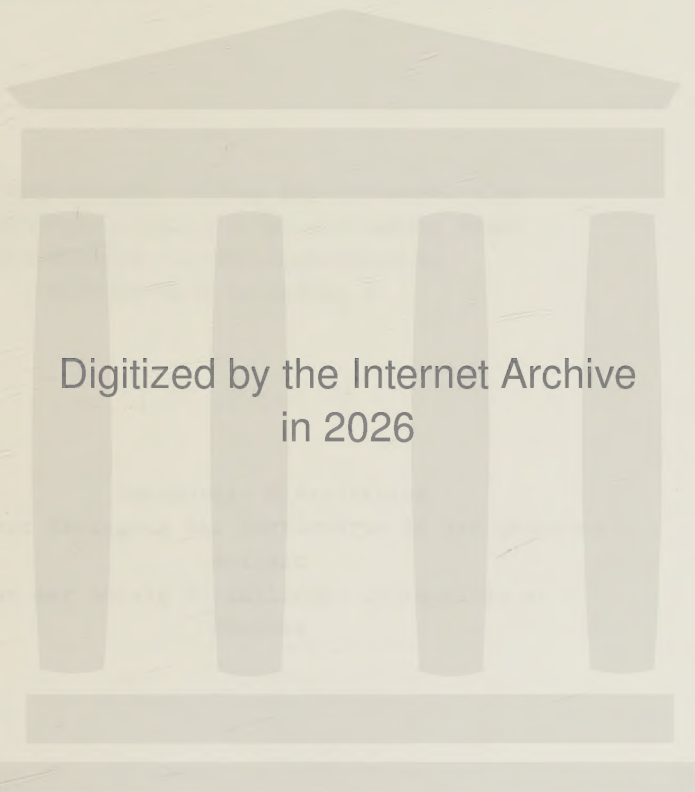


**UROMETRISCHE PRÜFUNG DER INTRAVESICALEN
ELEKTROSTIMULATION DER NEUROGENEN BLASE
BEI KINDERN MIT MENINGOMYELOCELEN**

(Methode nach F. Katona)

GERHARD FISCHER

1902



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549025_0020

Aus der Kinderchirurgischen Klinik
(Direktor: Prof. Dr.W.Ch. Hecker) der Universitäts-
Kinderklinik München im Dr. von Hauner'schen
Kinderspital

Urometrische Prüfung der intravesicalen
Elektrostimulation der neurogenen Blase
bei Kindern mit Meningomyelocelen
(Methode nach F. Katona)

Inaugural- Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin
an der Ludwig Maximilians- Universität zu
München

vorgelegt von
Gerhard Fischer

aus
Herrenberg

1982

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin der
Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. A. Holschneider
Mitberichterstatter: Prof. Dr. W. Ch. Hecker
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24.06.82



Druck: Hieronymus Buchreproduktions GmbH, München
Einband: Buchbinderei Robert Ketterer, München

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	1
Physiologie der Blase	
Innervation	2
a) parasympathisches System	2
b) sympathisches System	4
c) somatisches System	6
d) pelvine Ganglien	8
Glatte Muskulatur	10
Rezeptoren	14
Pathophysiologie der neurogen gestörten Harnblase	17
Klassifikation der neurogen gestörten Harnblase	20
Hypothesen zu den physiologischen Grundlagen der intravesicalen Elektro- stimulation	23
Literatur über die intravesicale Elektrostimulation	28
Stimulationsmethoden	
a) myotope Stimulation	41
b) neurotope Stimulation	43
c) Rückenmarksstimulation	44
d) Beckenbodenstimulation	45
e) rektale Simulation	45
Patientengut	47
Methode	53
Meßergebnisse	61
Diskussion	94
Zusammenfassung	111
Literaturverzeichnis	113

E i n l e i t u n g

Die intravesicale Elektrostimulation nach Katona nimmt in der Behandlung neurogener Blasenstörungen eine Sonderstellung ein. Sie verspricht, anders als alle anderen Methoden, welche in der Therapie neurogener Blasenstörungen Verwendung finden, eine kausale Wirkung zu haben und ist auf eine vollkommene Wiederherstellung einer normalen Blasenfunktion, einschließlich eines Blasengefühls, gerichtet. Da von seiten der physiologischen Grundlagenforschung wegen der Komplexität der Thematik noch keine Beweisführung, die für eine solche Entwicklung sprechen würde, möglich erscheint, beschränken sich die Arbeiten auf dem Gebiet der intravesicalen Elektrotherapie vorwiegend auf klinisch- statistische Messungen. Hierbei sind jedoch große Unterschiede in der Beurteilung des Heilerfolges und damit dem Wert dieser Form der Behandlung festzustellen. Diese Arbeit bedeutet einen Versuch, mit verschiedenen Methoden der Urometrie, den Effekt der intravesikalischen Blasenstimulation zu objektivieren. Im Vordergrund stehen die Beobachtung der Detrusorreaktion und die Situation am Blasenauslaß. Ebenfalls werden Detrusor und Sphinkter in ihrem Zusammenspiel untersucht, in der Absicht, Detrusor- Sphinkter- Dysregulationen zu erfassen. Es findet eine Gegenüberstellung klinischer und urometrischer Befunde statt und ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren wird angestrebt. Daneben soll, durch einige Anmerkungen zur Physiologie der Elektrostimulation, die Problematik auch von diesem Gesichtspunkt aus angegangen werden.

PHYSIOLOGIE DER BLASE

Innervation:

An der Innervation der Blase sind nach Bors und Comarr (1971) das sympathische, das parasympathische und das somatische Nervensystem beteiligt. Alle Nerven enthalten afferente und efferente Anteile. Der sympathische Nerv enthält auch Fasern, die parasympathisch sind. Im Parasympathikus sind umgekehrt sympathische Anteile. Autonome Fasern sind in den somatische Nerven enthalten.

a) Parasympathisches System:

Efferente präganglionäre parasympathische Fasern entspringen in den Vorderhörnern des sacralen Miktioszentrums zwischen S_2 und S_4 und verlaufen dann in den Nn. pelvici zu Blase und glatter Urethralmuskulatur. Elektrostimulationen im Tierexperiment führten zu unterschiedlichen Auffassungen in Bezug auf die Innervation der Blase. Ingersoll (1954) berichtet über bilaterale Reizantworten. Eine strikt unilaterale Versorgung nehmen Torbey und Leadbetter (1963) sowie Bradley (1968) an.

Die Umschaltung der präganglionären Fasern erfolgt in extrinsischen oder intramural gelegenen Ganglien (El-Badawi und Schenk, 1971). Als Transmitter dient Acetylcholin (Warzel, 1978).

Der Plexus pelvicus enthält myelinisierte und unmyelinisierte Fasern unterschiedlichen Kalibers (Shishito et al., 1960).

Ultrastrukturelle Untersuchungen der Nervenendigungen (Fletcher, Hammer und Bradley, 1969) sowie das Ausmaß

der Ausschüttung an Acetylcholin (Chesler, 1967) führten zur Annahme einer dominierenden motorischen Versorgung des Detrusors über das parasympathische Nervensystem.

Nach Gjone (1965) besitzt das parasympathische System einen fördernden Einfluß auf die rhythmische Aktivität des Detrusors. Eine Reizung der parasympathischen Fasern bewirkt eine Entleerung der Harnblase (Eidelberg et al., 1974; Staubitz et al., 1966; Markland et al., 1971; Habib, 1967). Sie ist bedingt durch die Kontraktion des Detrusors bei einer gleichzeitigen Erschlaffung der Sphinkter vesicae. Bei der normalen Miktion besteht eine Koordinierung dieser Reflexvorgänge mit der Aktion der somatischen Innervation (Warzel, 1978). Diese Koordination wird allerdings, wie später noch gezeigt werden soll, nur schwer bei einer durch Elektrostimulation induzierten Miktion erreicht.

Bors und Comarr (1971) schildern folgende Reflexbögen, an denen der N. pelvicus beteiligt ist: Von der Urethral-, Rektal- und Blasenmucosa zum Detrusor, sowie die proprioceptiven Reflexwege Detrusor- Detrusor, Detrusor- Beckenboden und Beckenboden- Detrusor.

Die Afferenzen im N. pelvicus leiten hauptsächlich Reize, die in einem engen Zusammenhang mit der Miktion stehen (Kuntz, 1965). Dies sind Reize, die zu einem Harndranggefühl sowie zur Initiation des Miktionsreflexes führen. Schmerzreize werden dagegen hauptsächlich in den Afferenzen des N. hypogastricus geführt. Insgesamt scheint eine geringe Empfindlichkeit der Blase gegenüber Hitze, Kälte und Berührung zu bestehen.

Betrachtet man den Effekt von pharmakologischen Substanzen auf die parasympathische Innervation, so ergibt sich

durch Parasympathomimetika eine Verminderung der Blasenkapazität und eine Verstärkung der Detrusor-
kontraktionen. Insgesamt erfolgt eine Erleichterung
der Blasenentleerung. Anticholinergica vermindern
den Blasentonus und vergrößern die Blasenkapazität.
Der Residualurin nimmt zu (Murphey, 1973).
Cholinergica entfalten ihre Wirkung jedoch aus-
schließlich am Detrusor und sind daher bei Blasen-
auslaßstörungen kontraindiziert (Stockamp, 1973).

b) Sympathisches System:

Die efferenten präganglionären sympathischen Fasern
entspringen zwischen T_2 und T_{11} des thoracalen
Rückenmarks und ziehen über die Nn. splanchnici zum
Plexus hypogastricus superior und von dort über den
Plexus hypogastricus inferior zum unteren Harntrakt
(Bors und Comarr, 1971).

Die größte Dichte adrenerger Axone ist in der Region
des Blasenhalbes zu finden (Schulman, Duarte-
Escalante et al. und Boyarsky, 1972; Raezer et al.,
1973; Dixon und Gosling, 1974).

Alle präganglionären sympathischen Fasern enden in
den pelvinen Ganglien entweder am Dentrinen oder am
Soma des postganglionären Neurons und verwenden dabei
als Transmitter Acetylcholin (Bradley und Rockswold,
1976).

Aus einer Reizung des sympathischen Systems resultiert
eine Kontraktion des Sphinkter vesicae bei einer
gleichzeitigen Hemmung der Funktion des Detrusors
(Warzel, 1978). Nach Groat und Theobald (1976) be-
einflussen die Afferenzen, die im N. pelvici geleitet
werden, die Aktivität des Sympathicus im Rahmen eines
vesico- sympathischen Reflexes. Zwischen den Afferenzen,

die den Sympathicus interspinal steuern und den Afferenzen, die ausgehend von Tensorezeptoren für den sacralen parasympathischen Output verantwortlich sind, besteht kein Unterschied. Über diesen vesico-sympathischen Reflex ist sowohl eine Hemmung der Detrusorkontraktionen, als auch eine Hemmung der Übertragung in den vesicalen parasympathischen Ganglien möglich. Der innere urethrale Sphinkter reagiert bei einer Stimulation dieses Reflexweges mit einer Kontraktion. Edvardsen (1968 a) beobachtete eine Aktivierung dieser Reflexbahn während der Blasenfüllung und De Groat und Lalley (1972) schreiben ihm eine Bedeutung für die Kontrolle der Speicherphase und der Akkommodation bei zunehmendem Blasenvolumen zu. Eine Hemmung des vesico-sympathischen Reflexes erfolgt während der Miktion über zentrale Einflüsse. Eine direkte Stimulation der sympathischen Nerven ergibt der indirekten Erregung der Afferenzen des N. pelvici analoge Reaktionen (Groat und Theobald, 1976), die sich in einem Abfall des Blasendruckes und einer Verminderung der rhythmischen Blasenaktivität äußern. Sektionsexperimente an Katzen brachten bei einer Durchtrennung der sympathischen Innervation eine Zunahme in der Amplitude und Frequenz der Blasenrhythmik (Gjone 1965, 1966).

Die Pharmakologie der sympathischen Blaseninnervation stützt sich auf die Existenz von α - und β -Rezeptoren in Detrusor und Blasen Hals. α -Adrenergica und β -Rezeptorenblocker führen sowohl am Blasen Ausgang als auch im Detrusor zu einer Tonussteigerung. Eine Verminderung des Tonus kann durch α -Rezeptorenblocker bzw. β -Adrenergica erzielt werden. Diese Wirkungen wurden bereits erfolgreich zu therapeutischen Zwecken bei Patienten mit Restharnbildung zur Erleichterung des Urinflusses (α -Blocker) und bei Stressinkontinenz

zur Erhöhung des Harnröhrenwiderstandes (α -Stimulationen) eingesetzt (Stockamp 1973, 1976). Für die Therapie des Detrusors kommen in erster Linie nicht Medikamente, die α - oder β -Rezeptoren beeinflussen in Frage, sondern solche, die parasymphaticomimetisch oder parasymphaticolytisch wirken (Alken und Sökeland, 1979).

Untersuchungen von Sundin et al. (1977) zeigen, daß bei neurogen gestörten Harnblasen Veränderungen in der sympathischen Innervation eintreten. Durch parasymphatische Denervation werden die sympathischen Nervenendigungen im Detrusor dicker und zahlreicher. Die β -adrenerge Stimulationsantwort wandelte sich in eine α -adrenerge. Insgesamt war eine verstärkte α -Rezeptoren-Aktivität zu beobachten.

c) Somatisches Nervensystem:

Das somatische Nervensystem ist beteiligt an Strukturen, die bei der Miktion eine Rolle spielen. Zwei Muskelkomplexe sind dabei von Bedeutung, die abdominale Muskulatur und die Muskulatur des Beckenbodens. Erstere bedingt den Anstieg des intraabdominalen Druckes und hat damit Auswirkungen auf den intravesicalen Gesamtdruck und somit auch auf den Miktionsdruck. Entsprechend zeigt sich bei curarisierten Patienten eine Abschwächung des Harnstrahls (Skaltety und Abrandi, 1960). Die Bedeutung der somatischen Einflüsse auf die Miktion gehen auch aus der Feststellung Palmtags (1977) hervor, daß sich reflektorische Detrusorkontraktionen zur Entleerung bei etwa 50 % der Frauen und 95 % der Männer finden. Patienten mit einer Conus- oder Cauda-equina-Läsion urinieren ausschließlich über die Erhöhung des Abdominaldruckes (Bors und Comarr, 1971). Andererseits zeigen die

Curarisierungsexperimente, daß eine Miktioneinleitung auch ohne die Aktivität der quergestreiften abdominalen Muskulatur möglich ist (Skaltety und Abrandi, 1960).

Die Muskeln des Beckenbodens leisten einen wichtigen Beitrag für den Beginn und das Ende der Miktion (Muellner, 1951). Der Ursprung ihrer Innervation liegt in den Segmenten S_2 bis S_4 des Sacralmarks. Die myelinisierten Fasern (Somjen, 1967) werden im N. pudendus zur quergestreiften Urethral- und Beckenbodenmuskulatur geführt, welche nach Bors (1954) bis zum Blasenorifizium reicht. Elektrostimulationen des N. pudendus führen zu einer kräftigen Kontraktion des Beckenbodens (Bors, 1952). Möglicherweise wird die Miktion durch eine willentliche Erschlaffung der Beckenbodenmuskulatur und dem daraus resultierenden Zug am Detrusor eingeleitet (Ganong, 1971). Nach Kuntz (1965) induziert die willentliche Erschlaffung, die auch mittels EMG- Studien von Sundin und Petersen (1975) nachgewiesen wurde, einen spinalen Reflex, dessen Impulse über die afferenten Bahnen des N. pudendus zum Sacralmark und von dort über den N. pelvicus zum Detrusor geleitet werden. Nach Bors und Comarr (1971) ist es jedoch individuell unterschiedlich, ob der Beckenboden willkürlich relaxiert werden kann oder nicht. Während eine willentliche Unterbrechung des Harnstrahles, die Aktive Kontinenz genannt wird, stets möglich ist, scheint, wie Sektionsexperimente des N. pudendus zeigen (Davis et al., 1961), der Beitrag zur passiven Kontinenz gering zu sein.

Für einen Reflexzusammenhang des Detrusors und Sphinkter-externus sprechen auch die mit der Technik der Signalverfolgung gewonnenen Ergebnisse von Bradley et al. (1975). Mayo (1978) stellte mit elektromyographischen Messungen eine reflektorische Relaxation des Beckenbodens bei unge-

hemmten Detrusorkontraktionen fest. Blaivas (1977 a + b) und Sundin, Petersen (1975) beschreiben die Abhängigkeit der Sphinkteraktivität von der Blasenfüllung.

Ein umgekehrter Reflexweg, also vom Beckenboden ausgehend zu Detrusor, wird durch Elektrostimulationsexperimente des Beckenbodens aufgezeigt (Godec und Cass, 1978; Janež, Plevenic und Šuhel, 1979).

Ausgehend von den sensorischen Rezeptoren besteht nach Bors und Comarr (1971) eine viscerosomatoexteroceptiv-somatischer bzw. somatoexteroceptiv- visceraler Reflexbogen. Von den Dehnungsrezeptoren gehen folgende Reflexwege aus: somatoproprioceptiv- somatisch, visceroproprioceptiv- somatisch, bzw. somatoproprioceptiv-visceral. Die Schwelle der zitierten Reflexbögen, die im Zusammenhang mit der somatischen Innervation stehen, ist unterschiedlich. Am empfindlichsten ist der exteroceptive Mucosa- Beckenboden- Reflex.

Die im N. pudendus geleiteten Afferenzen sind beteiligt an der Leitung von Schmerzreizen (Kuntz, 1965).

Pharmakotherapeutisch ist der somatisch innervierte Beckenboden im Sinne einer Tonusminderung durch Substanzen wie z.B. Valium oder Lioresal zu beeinflussen. Eine Erhöhung des Tonus erfolgt mit Movellan (Alken und Sökeland, 1979).

d) Pelvine Ganglien:

Ganglien gibt es sowohl innerhalb der Blasenwand als auch außerhalb der Blase, im Plexus pelvicus liegend. Drei Arten von Ganglien werden unterschieden. Solche, die rein sympathisch oder rein parasympathisch sind, sowie Ganglien, die aus beiden Anteilen bestehen (Bradley et al., 1976).

Gemischte Ganglien im Plexus pelvinus wurden von Huntz und Mossley (1936) festgestellt. Histochemische Methoden erlaubten den Nachweis von gemischten Ganglien innerhalb der Blasenwand (Hamburger und Vorberg, 1965). Sie liegen in der gesamten Blase in allen Tiefen, einschließlich der Submucosa (El- Basawi und Schenk, 1968).

Da die Höhe der Umschaltung unterschiedlich ist, entstehen die sympathischen bzw. parasympathischen postganglionären Fasern entweder aus extrinsischen oder intrinsischen Ganglien. Die Fasern leiten von den Ganglien kommend entweder direkt in den neuroterminalen Plexus über, oder stehen mit postganglionären Synapsen in Beziehung zum jeweils anderen Teil des autonomen Nervensystems (El- Basawi und Schenk 1968, 1971). Dixon und Gosling (1974) sprechen von einer Interaktion funktionell verschiedener Axone. Damit erscheint eine periphere Koordination des autonomen Nervensystems möglich (Stockamp, 1976).

Auch die Sektionsexperimente von Gjone (1965) legen eine periphere Steuerung nahe. Eine komplette extrinsische Denervation der Harnblase hatte einen fast unveränderten intravesicalen Druck und ebenfalls nicht veränderte Aktivitätsparameter des Detrusors im Cystometrogram zur Folge.

Die Übertragung an den postsynaptischen Nervenendigungen erfolgt durch Freigabe des Transmitters Acetylcholin (Bradley et al., 1976).

Die glatte Muskulatur der Blase:

Somjen (1967) bezeichnet die Blase als ein neurogenes Organ und kennzeichnet damit die Bedeutung der nervalen Strukturen gegenüber den myogenen Mechanismen, zumindest was die Entleerung der Blase betrifft.

Eine eindeutige Zuordnung der glatten Blasenmuskulatur zu einem multi- bzw. single- unit- Typ ist jedoch nicht möglich.

Die Blasenmuskulatur ähnelt in Bezug auf Aktivierung und Kontrolle eher einem multi- unit- Typ, während ihr Verhalten bei Blasendehnung eher für einen single- unit- Typ spricht (Prosser, 1971). Das bedeutet ein Nebeneinander von nervaler Steuerung und myogener Automatie. Eine myogene Automatie ist stets verbunden mit der Möglichkeit einer Erregungsleitung zwischen den Muskelzellen, also einem funktionellen Syncytium. Für diesen Umstand spricht die enge Verknüpfung der Muskelzellen (Dewey und Barr, 1962). Ein wesentlich geringerer Widerstand für Ströme in longitudinaler Richtung der Muskelzellen weist auf eine bevorzugte Ausbreitungsrichtung hin (Prosser, 1967). Dies ähnelt dem Leitungsverhalten von Nerven im Sinne einer " Kabelstruktur ". Nach Bradley und Mitarb. (1971) erhalten die Muskelzellen ihre Erregung mehrheitlich durch elektrotonische Ausbreitung, ausgehend von Triggerzellen, die ihrerseits durch Transmitter aus den Nervenendigungen beeinflusst werden. Demnach ist der Anteil der Muskelzellen, die in einem direkten Kontakt zu einem Nerven stehen, gering.

Anderen Auffassungen zur Folge, steht jede Muskelzelle im Kontakt zu neuroterminalen Strukturen (Meyling, 1953; El-Badawi und Schenk, 1968). Diese werden von autonomen Interstitialzellen gebildet (Meyling, 1953), die synaptisch mit postganglionären Fasern verbunden sind. Daraus

folgt Kuntz (1965) die Möglichkeit einer fehlenden Degeneration als Folge einer postganglionären Denervation an. Dafür spricht die von Kulkin (1961) gefundene Existenz eines lokalen, peripheren Reflexzentrums innerhalb der Blase, sowie die Beobachtung Bradleys (1967), der im Tierversuch eine Autonomie des Miktionsreflexes auf dieser Innervationsebene fand.

Außer dem Verhalten bei Blasenentleerung, zeigt sich durch die Erscheinung der unregelmäßig wiederkehrenden Erregungen im Ruhemembranpotential (slow waves), der slow-wave-unit- Charakter der Blasenmuskulatur (Bowler, 1961). Vermittels direkter elektrischer Stimulation kann die Muskulatur, die ein slow-wave- Verhalten zeigt, zu einem vermehrten Spiking und einer zunehmenden aktiven Anspannung gebracht werden.

Ob nun die Blasenmuskulatur direkt über die nervösen Elemente gereizt werden, hängt nach Somjen (1967) sowohl von den Reizparametern als auch von der Struktur der Nerven ab. In der Blase sind myelinisierte und unmyelinisierte Fasern vorhanden und besitzen ein unterschiedliches Kaliber. Die myelinisierten dicken Fasern, die überwiegend afferent sind (Kuntz, 1968), benötigen zur Reizung den geringsten Strom, gefolgt von den myelinisierten dünnen Fasern. Nicht myelinisierte Fasern benötigen einen stärkeren Strom als die kleinste myelinisierte Faser. Daher besteht nur die Möglichkeit einer selektiven Reizung bei den myelinisierten Fasern mit einem dicken Kaliber. Aus diesem Grund kommt es auf jeden Fall bei einer Reizung der überwiegend unmyelinisierten motorischen Fasern in der Blasenwand zu einer Überschreitung der Schwelle für die Entladung der sensiblen Fasern und somit zu einer Schmerzauslösung. Das gleiche Problem besteht bei einer weiter proximal, d.h. außerhalb der Blase durchgeführten Stimulation. Dort führt eine Reizung

zur Reaktion der Skelettmuskulatur, die ebenfalls durch myelinisierte Nerven versorgt wird.

Allgemein gilt, daß bei einer Stimulation der Nerven geringere und kürzere Reizimpulse notwendig sind als bei der direkten Erregung der glatten Muskulatur. Der Vorteil einer Reizung der Nerven liegt in einer koordinierten Reaktion des Detrusors (Somjen, 1967). Hinzu kommt, daß das Ausbreitungsvermögen der Ströme innerhalb des Zellgefüges der Blase gering ist. Dadurch wird, um eine ausreichende Kontraktion des Detrusors zu erreichen, eine große Stimulationsfläche (bis $2/3$ der Blasenoberfläche) notwendig (Bradley et al., 1971).

Nachdem schon gezeigt wurde, daß die neuroterminalen Strukturen möglicherweise trotz Denervierung erhalten bleiben, soll noch erwähnt werden, wie sich die glatte Muskulatur bei chronischer Denervierung verhält.

Goto et al. (1978) stellten in einem Tierexperiment am vas deferens, der als blasenanalogue gilt (Bülbring, 1970), eine Annäherung von Ruhemembran- und Schwellenpotential fest. Damit erfolgt eine Empfindlichkeitssteigerung gegenüber elektrischer Depolarisation.

Interessant wäre hier die Frage, ob dies auch für die Blasenrezeptoren gilt. Eine weitere Folge der Denervierung war eine Verbesserung der elektrischen Kopplung zwischen den einzelnen Muskelzellen.

Im Sinne einer Erregbarkeitssteigerung sind auch die Ergebnisse von Plum (1960) zu werten, der bei einer präganglionären Denervation eine Erhöhung in Amplitude und Frequenz der rhythmischen Kontraktionen der Blasenmuskulatur fand. Allerdings führte er dies auf einen Wegfall der Hemmung durch das sacrale Miktionszentrum zurück. Außerdem läßt dieser Befund eine Entstehung im neuroterminalen Plexus zu.

Die besonderen mechanischen Eigenschaften der glatten Blasenmuskulatur schildert Alexander (1971). Folgende Elemente spielen eine Rolle:

- 1.) Die Serien- Viskoelastizität, die eine schnelle und reversible Reaktion von in Serie geschalteten kontraktile Elementen darstellt.
- 2.) Plastoelastizität, die reversibel aber stark verzögert ist. Sie ist den kontraktile Elementen inhärent.
- 3.) Irreversible Anspannung, bedingt durch Strukturen, die parallel zu den kontraktile Elementen liegen.

Die Viskoelastizität erklärt teilweise das Verhalten der Blase, auf eine langsame Zunahme des Blasenvolumens mit einer nur geringen Steigerung des intravesikalen Druckes zu reagieren. Dieses Akkommodation genannte Phänomen, wurde auch als Wirkung der intrinsischen Ganglien gedeutet (Nesbit et al., 1947). Der tatsächliche Einfluß der Innervation bezüglich der Akkommodation ist jedoch ungeklärt (Bors und Comarr 1971).

Bedeutsam sind die oben beschriebenen mechanischen Effekte auch bei der Modifikation der Reaktion von Mechanorezeptoren, als deren Hilfsstrukturen man die verschiedenen elastischen Elemente ansehen kann (Leek, 1972).

Der Blasentonus, den man bei Verwendung cystometrischer Begriffe als Druck- Volumen Relation bezeichnet, ist nach Tang und Ruch (1955) nicht neurogener Natur. Er erwies sich als unabhängig in Bezug auf Denervation, Ganglienblockade und Tod.

Eine direkte pharmakologische Beeinflussung der glatten Blasenmuskulatur über eine Zunahme der intrazellulären Calciumkonzentration und eine Erregbarkeitszunahme der

Zellen, ist durch Digitalis möglich (Sadoughi et al., 1975). Es ergab sich eine Abnahme der Blasenkapazität, eine Zunahme des intravesicalen Ruhedruckes sowie des Miktionsdruckes.

Rezeptoren:

Folgende Sinnesqualitäten werden von der Urethra zum ZNS geleitet: Schmerz, Temperatur und möglicherweise auch Berührung (Bors und Comarr, 1971). Flowrezeptoren ermöglichen die Aufnahme von Strömungsreizen, die durch den fließenden Urin entstehen (Todd, 1964).

Für die Blase ist als exterozeptiver Reiz nur die Schmerzempfindlichkeit gesichert (Kuntz, 1965; Bors und Comarr, 1971). Daneben existieren Dehnungsrezeptoren (Kleyntjens und Langworthy, 1937; Talaat, 1937; Iggo, 1955), über die eine Proprioception und die Entstehung des Entleerungsdranges erfolgt. Diese Rezeptoren sind in der Submucosa und der Muskulatur des Detrusors gelegen. Rezeptoren in der Mucosa der Blase, die auf Druck reagieren, gibt es nicht (Leek, 1972). Außerhalb des Detrusors gelegene Rezeptoren registrieren Veränderungen in der Lage der Eingeweide (Kuntz, 1965). Dafür kommen zum Beispiel Serosarezeptoren (Bessou und Perl, 1966) oder mesenteriale und peritoniale Bewegungsrezeptoren (Monnier, 1963) in Frage.

Die Dehnungsrezeptoren reagieren nach Leek (1972) sowohl auf passive Dehnung als auch auf aktive Kontraktion. Besonders stark ist die Reaktion bei einer Kontraktion unter isometrischen Bedingungen d.h. wenn die Kontraktion eine Spannungserhöhung ohne eine Volumensveränderung erzeugt. Jedoch sind auch im Ruhezustand Entladungen der Rezeptoren feststellbar, die vermutlich auf lokale myogene Kontraktionen zurückzuführen sind. Über die Dehnungs-

rezeptoren wird das Gefühl der vollen Blase vermittelt. Dies entsteht bei einem umso geringeren Blasen volumen, je größer die Füllungsrate ist. Alle Bedingungen, die den Tonus der glatten Blasenmuskulatur anheben, ob über lokale Mechanismen oder neural bzw. humoral, sind geeignet, das Gefühl des Vollseins zu verstärken. Des weiteren kommt den Dehnungsrezeptoren eine Funktion bei der Füllung und Entleerung der Blase zu. In der Füllungsphase findet eine reflektorische Tonusminderung statt, die ab einem kritischen Niveau in eine Tonus-erhöhung mit einer Miktionsauslösung übergeht (Edvardsen, 1968 a + b).

Leek (1972) gibt für die Dehnungsrezeptoren zwei unterschiedliche Erregungsschwellen an. Diese könnten verantwortlich sein für den oben erwähnten Vorgang der Reflexumkehr und für den Übergang von nicht schmerzhaften Blasensensationen zu einem Schmerzgefühl. Letzteres wird angenommen, da spezivische Nociceptoren in der Blase noch nicht gefunden wurden.

Bors und Comarr (1971) glauben jedoch, daß die Schmerzrezeptoren aus freien Nervenendigungen in der Blasenmucosa bestehen.

Nach Grundfest (1971) sind Rezeptoren in der Regel nur durch einen spezivischen Stimulus an einer spezialisierten Komponente der Zellmembran erregbar. Außer bei spezivischen Elektrorezeptoren ist eine Erregung vermittels elektrischer Stimuli nicht möglich. Aidley (1978) und Machin (1962) betrachten die elektrische Erregbarkeit von Rezeptoren als ein Schwellenproblem. Demnach zeigen genügend starke Ströme bei den meisten Rezeptoren eine Wirkung, während bei Elektrorezeptoren schon geringe Stromstärken für eine Reizantwort ausreichen. Die Erregbarkeitsschwelle des Somas der Dehnungsrezeptoren ist jedoch höher als diejenige des Axons (Grundfest, 1971),

woraus resultiert, daß eine selektive Reizung des Somas nicht möglich ist.

Der adäquate Dehnungsreiz führt zu einer Depolarisation bzw. einem Generatorpotential am Rezeptor und einer Entstehung von Spikes am ableitenden Nerven, deren digitale Information der Intensität des Stimulus entspricht (Grundfest, 1971). Das Generatorpotential geht auf eine zunehmende Permeabilität der rezeptiven Membran für Na und K als Folge des Dehnungsreizes zurück.

PATHOPHYSIOLOGIE DER NEUROGEN GESTÖRTEN HARNBLASE

Die neurogene Harnblasenstörung wird bestimmt durch die Art des geschädigten Neurons, die Höhe bzw. die Lokalisation der Schädigung und das Ausmaß der Läsion.

Es kann das somatomotorische, visceromotorische und sensorische Neuron betroffen sein. In Bezug auf die Lokalisation kommt eine Läsion oberhalb des sacralen Miktionszentrums (supranukleär) und eine solche innerhalb des Miktionszentrums (infranukleär) in Frage. Sind alle Neurone von der Läsion betroffen, so nennt man sie komplett. Als inkomplett wird sie bezeichnet, wenn eines oder zwei der Neurone nicht geschädigt sind. Eine gemischte Läsion liegt vor, wenn komplementär das somatomotorische und das visceromotorische Neuron betroffen sind und folgende Konstellation besteht: supranukleäre viscer-/ infranukleäre somatomotorische Läsion oder infranukleäre viscer-/ supranukleäre somatomotorische Läsion.

Aus dem Schädigungstyp der Neurone resultiert ein unterschiedlicher Funktionszustand von Detrusor und Sphinkter. Man verwendet für die Blasenfunktion die Begriffe: automatische Reflexblase, ungehemmte Blase, autonome Blase, Überlauf- und Auslaufblase. Weitere synonyme Begriffe sind ebenfalls im Gebrauch (Palmtag, 1977). Eine automatische Blase ist dadurch gekennzeichnet, daß periodisch unwillkürliche und genügend starke Detrusor- kontraktionen auftreten, um die Blase zu entleeren. Die ungehemmte Blase bei partieller Rückenmarksschädigung läßt zwar eine Miktionsleitung zu, doch kann der einmal

bestehende Urinfluß dann nicht mehr willentlich gestoppt werden. Ungehemmte Detrusorkontraktionen sind typisch für das Vorliegen einer autonomen Blase. Die Detrusoraktivität ist zurückzuführen auf den in der Blasenwand liegenden Nervenplexus. Überlauf- und Auslaufblase erklären sich aus dem Detrusor- und Sphinkterzustand. In der Abbildung 1 wird die Beziehung von neuraler Läsion, Blasentyp und Sphinktersituation dargestellt.

Läsionstyp	Lokalisation	Blasenfunktion	Sphinktertonus
supranukleär	oberhalb T ₆ (komplett)	automatische Reflexblase	spastisch
	unterhalb T ₁₀ (inkomplett)	ungehemmte Blase	spastisch
infranukleär	innerhalb S ₂ bis S ₄	autonome Blase	schlaff
gemischt	supranukleäre viscer-/infranukleäre somatomotorische L.	Überlaufblase	spastisch
	supranukleäre somato-/infranukleäre visceromotorische L.	Auslaufblase	schlaff
sensorisch	bei MMC nicht vorhanden		

Abb. 1: Beziehung von neuraler Läsion zu Blasen- und Sphinkterfunktion modifiziert nach Bors und Comarr (1971).

Neurologische Kriterien werden vielfach zur Klassifikation von neurogenen Blasenstörungen verwendet, doch ist es nach Pompino (1971) gerade bei MMC- Kranken nicht möglich, eine derart strikte Trennung durchzuführen, wie dies in der Abbildung 1 geschieht, da hierbei äußerst diffuse Läsionen vorliegen. Es handelt sich also bei der Abbildung 1 um eine Auswahl aus einer Vielzahl von möglichen Störungen, sowohl was die neurologische Situation als auch die Blasen- und Sphinkterfunktion betrifft, die in dieser Form höchstens bei traumatisch bedingten Läsionen möglich erscheint. Dies geht auch aus einer mangelnden Korrelation von cystometrischen Beobachtungen (an MMC- Patienten) mit neurologischen Klassifikationen hervor (Klimis, 1973; Blaivas et al., 1977 a).

K L A S S I F I K A T I O N D E R N E U R O G E N E N B L A S E

Nach Bradly und Chou (1967) können zahlreiche Gesichtspunkte für eine Klassifikation der neurogenen Blasenstörung herangezogen werden. Man kann Auskunft geben über

- die Lokalisation der Störung (peripher, zentral)
- physiologische Veränderungen (Reflexstörungen, Schwellenwertveränderungen, Leitungsstörungen)
- Ätiologie (Trauma, kongenital, Entzündung u.a.)
- den Zeitpunkt des Erwerbens der Störung (z.B. in der Kindheit MMC, im Erwachsenenalter erworbene Störungen)
- therapeutische Möglichkeiten

sowie die Blasenfunktion mit Angabe von Restharn und Reflux.

Diese Einteilung ist nicht ausreichend und wurde entsprechend von zahlreichen Autoren ergänzt, die jeweils besondere Schwerpunkte setzten. Zu nennen sind: neurologische Gesichtspunkte (Voris und Landes, 1940; Bors und Comarr, 1971). Detrusorsituation mittels cystometrischer Befunde (Cooper, 1968; Stark, 1968 und 1973), Zustand am Blasenaustritt (McCarroll, 1937; Kuffer, 1973; van Gool, 1976), klinische Kriterien (Nash, 1957; Pompino, 1971), Ätiologie (Sigel, 1973).

Wir verwenden die Klassifikation nach Stark (1968, 1973), die auf Grund von Untersuchungen mit neurologischen, manometrischen und röntgenologischen Methoden zu einer Einteilung

in folgende drei Gruppen führte:

- 1) normale Blasenfunktion,
- 2) unkoordinierte Reflexblase,
- 3) funktionslose Blase.

Diese werden folgendermaßen geschildert:

Bei der normalen Blasenfunktion steigt der intravesikale Druck während der Füllung nur langsam an. Wird ein bestimmter Punkt erreicht, so erfolgt eine reflektorische Kontraktion, die den Blaseninnendruck zum normalen Ruhe-
druck zurückführt. Der maximale Druck beträgt ca. 40 mmHg und bedingt eine synerge Relaxation des Sphinkters bei Eintritt von Urin in die Urethra. Eine Sensibilität ist vorhanden. Folgen mangelnder Blasenfunktion wie Trabekulierung, Divertikel, vesico- ureteraler Reflux und Dilatation der oberen Harnwege sind nicht sichtbar. Es ist möglich, willentlich zu entleeren.

Die unkoordinierte Reflexblase ist gekennzeichnet durch häufige, einen hohen Druck erreichende aber unkontrollierte Aktivität. Das Problem besteht in einer Detrusor-Sphinkter- Dyssynergie, als deren Folge die oben genannten Veränderungen an der Harnblase und in den oberen Harnwegen deutlich werden. Klinisch äußert sich diese Form der Blasenfunktion im günstigsten Falle in einer Entleerung im Strahl, meist jedoch in einem konstanten Träufeln.

Eine funktionslose Blase zeigt bei Füllung nur geringe Detrusorkontraktionen. Klinische Folgen bestehen in einem Träufeln bei einem bestimmten Füllungsgrad, Trabekulierung und Restharn. Die Trabekulierung und der Restharn sind jedoch geringer als bei der unkoordinierten Reflexblase.

Unterteilt wird in die beiden pathologischen Reaktionsvarianten der Blasenfunktion durch eine cystometrische Bestimmung der Druckamplitude, welche durch die Detrusor-

kontraktionen erzeugt wird. Bei Druckamplituden bis 10 mmHg liegt eine funktionslose Blase vor. Werte über 10 mmHg sind kennzeichnend für das Vorhandensein einer unkoordinierten Reflexblase.

HYPOTHESEN ZU DEN PHYSIOLOGISCHEN GRUNDLAGEN DER INTRAVESICALEN ELEKTROSTIMULATION

Katona gibt 1958 die folgende Erklärung für den Erfolg der intravesicalen ES (Elektrostimulation):

Die glatte Muskulatur mit ihren Nervenelementen (intramurale Plexi, vegetative Fasern spinaler Genese, sowie spinale und cerebrospinale Neurone) stehen phylogenetisch betrachtet auf einer niederen Stufe der Entwicklung. Normalerweise steuert das ZNS die Funktion dieser Organe. Aus einer Unterbrechung der Bahnen zum ZNS resultiert eine Lähmung der glatten Muskulatur. Nicht näher genannte Experimente in vivo und in vitro sollen zeigen, daß deafferenzierte und deafferenzierte Organe mit speziellen Strömen (Rechteck- oder Exponentialströmen) gereizt werden können. Dies soll durch das intramurale Netz und die „inhärenten“ Eigenschaften der glatten Muskulatur möglich sein, wobei beide Strukturen in ihrer selbsttätigen Funktion eine Steigerung erfahren und neue Verbindungen zwischen Organ und ZNS entstehen.

In einer späteren Arbeit werden diese Vorstellungen weiter präzisiert. So soll der Strom die Polarisationsumstände in den intramuralen Rezeptoren verändern. Durch das Fehlen efferenter Stimuli unerregbar gewordene Rezeptoren passen sich durch die ES wieder dem Erregbarkeitslevel im physiologischen Zustand an. Facilitationsprozesse sorgen für eine Weiterleitung der Generatorpotentiale durch vegetative Afferentation zum ZNS. Als Antwort auf die afferenten Signale erscheint eine Detrusorkontraktion und ein Miktionsdrang.

In der ersten Periode der Stimulation wird neben der Reetablierung der Erregbarkeit der Blasenrezeptoren, der Tonus und die lokale Motilität der Muskulatur durch Summations-

effekte erhöht. Diese Dinge sind jedoch erst nach dem Erscheinen eines Miktionsdranges und Detrusorkontraktion bemerkbar. Je stärker die Detrusorkontraktionen sind, desto größer wird das Miktionsbedürfnis. Da die motorische Funktion untrennbar mit einer sensorischen Antwort verknüpft ist, nennt er sie sensorimotorisch. Zur Einübung dieser sensorimotorischen Reaktion ist die Anweisung an den Patienten gedacht, willentlich den Miktionsdrang als auch die Detrusorkontraktionen herabzusetzen.

In einem Experiment an Hand von 12 Personen mit normaler Blasenfunktion, versucht Katona (1975) eine Antwort auf verschiedene dazu auftauchende Fragen zu finden. So wäre es interessant zu wissen, welcher Art denn das durch die ES hervorgerufene Blasengefühl bzw. Miktionsdrang ist. Leider gibt er darauf nur die Antwort, daß diese sensorische Reaktion sehr stark war, ohne auf die Qualität und die Lokalisation näher einzugehen. Gleichzeitig mit dem Miktionsdrang zeigte sich bei den gesunden Probanden ein intravesicaler Druckanstieg und eine Desynchronisation im EEG konnte abgeleitet werden. Das Blasengefühl erwies sich als unabhängig von der Impulsdauer und Frequenz des Stromes und zeigte nur eine Reaktion auf eine Veränderung von Spannung oder Stromstärke. Die von Berger, Berger und Genton (1978) bei Nicholas und Eckstein (1975) kritisierte zu geringe Stromstärke von 1 mA war bei 2 Personen für eine starke Reizantwort ausreichend. Im Verlaufe der ES bei neurogenen Blasenstörungen stelle Katona (1975) fest, daß die Rheobase mit steigender Anzahl von Stimulationen abnimmt und somit immer geringere Ströme bei gleicher Wirkung notwendig waren.

Um die Frage zu klären, ob die ES primär auf einer Wirkung über die Rezeptoren oder einem direkten Einfluß auf die glatte Muskulatur beruht, führte Katona (1975) einen Versuch bei 6 Patienten in unterschiedlichen Behandlungs-

stadien mit Xylocain durch, bei dem die Blase mit diesem Lokalanästhetikum aufgefüllt wurde. Es zeigte sich, daß mit ansteigender Xylocainkonzentration auch eine Erhöhung der Rheobase erfolgte und für die gleiche Wirkung größere Stromstärken notwendig waren. Zusätzlich verschwand das Miktionsbedürfnis und der Manometerdruck senkte sich mit ansteigender Konzentration. Daraus schloß er, daß die Wirkung der ES auf eine primäre Rezeptorreaktion zurückzuführen ist und nicht durch eine sekundäre Detrusorreaktion ein sensorischer Effekt erzielt wird, sondern auf direktem afferenten Weg, vom Rezeptor ausgehend, entsteht. Bei diesem Versuch wurden kombinierte Rechteck- und Exponentialströme angewandt, was in Bezug auf einen Einschleicheffekt wesentlich sein kann.

Weitere Gesichtspunkte werden von Katona herausgestellt: In Tierexperimenten widerstehen die intramuralen Nervenzellstrukturen angeblich eine lange Zeit hypoxischen Zuständen. Inaktive intramurale Blasenrezeptoren, die auf physiologische Reize und Medikamente nicht mehr reagieren, sprechen auf ES an. Eine mangelnde Antwort der inaktiven Blasenrezeptoren auf Dehnung, insbesondere bei Füllungscystometrie, führte er als Argument gegen deren alleinige Anwendung an und empfiehlt stattdessen eine simultane Cystometrie mit ES zur Objektivierung der Blasenfunktion.

Bei Katona und Eckstein (1974) wird erwähnt, daß die anfangs nur durch ES erreichbaren Detrusorkontraktionen schließlich auch durch Blasendehnung erzielt werden können.

Das Blasengefühl äußerte sich zuerst als ein Prickeln, unangenehmes Gefühl und sogar als Schmerz, doch ist es möglich, daß die Patienten dies nach einigem Training als Miktionsdrang deuten. Abnorme Detrusorreaktionen sollen sich normalisieren.

Madersbacher (1978) greift die Vorstellungen von Katona auf und folgert daraus, daß für eine erfolgreiche ES inkomplette Läsionen die Voraussetzung sind, da unter dieser Bedingung noch intakte Restaxone vorhanden sind, die ohne ES insuffizient bleiben würden. Durch die ES soll eine verstärkte Erregung der noch vorhandenen Axone erzielt werden. Die Wirkung resultiert schließlich aus einem Training alter Bahnen oder aus der Erzeugung neuer Reflexbögen. Im funktionsfähigen Detrusor müssen noch Blasenrezeptoren vorhanden sein.

Nach Seifert (1976, 1978 a) ist der Miktionsreflex zwischen Sacralmark und Blasenmuskulatur über den N. pelvicus bei Spina-bifida-Kindern meist nicht in Ordnung. Dieser Reflexbogen wird bei der ES wieder hergestellt. Zwar übernimmt nun Seifert ebenfalls die Ansicht, daß die Reizschwelle der Blasenrezeptoren während der ES verändert wird, doch impliziert die oben vertretene Auffassung auch eine mögliche Modifikation auf Rückenmarksebene.

Berger, Berger und Genton (1978) sprechen von einem totalen oder partiellen Fehlen der Kontrolle des Rückenmarks und des ZNS zwischen den aufsteigenden und absteigenden Bahnen auf die Depolarisation der peripheren Rezeptoren im Falle einer neurogenen Blase. Auch diese Vorstellung geht von einem potentiellen Einfluß des Rückenmarks, insbesondere wohl dem des Miktionszentrums, neben cerebralen steuernden Faktoren aus.

Klimes (1979) führt das Ansteigen der Rheobase über die physiologische Erregbarkeitsschwelle hinaus, auf den Mangel an parasympathischen Stimuli zurück. Damit unterscheidet er sich von Katona, der in Bezug auf Afferenzen und Efferenzen, die gleichermaßen in Sympathicus und Parasympathicus vorhanden sind, keine Stellung bezog. Auch würde diese Ansicht bedeuten, daß dem sympathischen System

kein Einfluß auf die Modifikation der Erregbarkeit zu-
kommen würde.

Weiter führt er aus, daß der retrograd in das Axon ein-
fließende Strom den miktionsauslösenden physiologischen
Stimulus ersetzen würde.

Zum Training der neu entstandenen sensomotorischen Re-
flexbögen und um die reflektorische Entleerung der Blase
zu verhindern, empfiehlt er, vor Beginn der Miktion die
pelvinen Muskeln zu kontrahieren.

Nach Janneck (1973) sind die ablaufenden Reflexe bei
Kindern mit MMC entweder ursprünglich nicht vorhanden,
oder sie gehen im Laufe der Zeit verloren. Die von ihm
angeführte direkte Sphinkterstimulation beruht auf der
Annahme, daß eine Erschlaffung am Blasenaustritt (Sphinkter
externus) erfolgt. Sie beruht auf einem Ermüdungseffekt,
mit dem ein "paralytischer" Zustand der quergestreiften
Muskulatur einhergeht. Dieser läßt bei einer Kontraktion
des Detrusors eine Entleerung zu. Durch die enge Ver-
flechtung der glatten und der quergestreiften Muskulatur
erfolgt eine gleichzeitige Miterregung des Detrusors mit
einer reflektorischen Lösung der Spastik. Dem Detrusor
schreibt Janneck die wichtigste Funktion von allen kon-
traktilen Strukturen (z.B. dem Diaphragma urogenitale)
bei Entleerung und Kontinenz zu.

INTRAVESICALE ELEKTROTHERAPIE IN DER LITERATUR

Katona (1958, 1961, 1973, 1975 a, b, c)

Historisches:

Katona beschrieb 1958 eine intraluminäre Reizstromtherapie mit Rechteckströmen, die bei paralytischen Zuständen im gastrointestinalen Trakt und intravesical durchgeführt wurde. Seither erschienen verschiedene Publikationen, die sich mit der intravesicalen Elektrotherapie und den Versuchen eine neurophysiologische Basis für den Erfolg dieser Therapie zu finden, beschäftigen.

Methode:

Ein spezieller Elektrokatheter wird in die Blase eingeführt, die man mit steriler Kochsalzlösung, der ein Antibiotikum beigefügt wird, auffüllt. Normalerweise beträgt die Füllungsmenge 100-150 ml. Die indifferente Elektrode bringt man über einem angefeuchteten Gazestreifen am Arm an.

In früheren Arbeiten verwendet Katona Rechteckströme mit folgenden Eigenschaften: stabile Stromstärke, eine Spannung zwischen 5 und 8 Volt, Frequenz von 50-70 Hz, eine Impulsdauer von 5-10 msec. Später gebrauchte er Exponentialströme mit einer Stromstärke von 0,5 - 4 mA, 70-90 Hz Frequenz und 6-8 msec Impulsdauer. Die Patienten wurden 90 Minuten am Tag mit einer Mindestdauer von 27 Sitzungen und einem Maximum von 110 Sitzungen stimuliert. Eine Behandlung wurde als unwirksam angesehen, wenn sich nach 4 Monaten weder sensorisch noch motorisch eine Wirkung zeigte.

Anwendung des ES:

Katona bezeichnet die ES als eine therapeutische und diagnostische Methode. Für die Anwendung als Diagnose stehen folgende Parameter im Vordergrund: Detrusor-rheobase, Latenzzeit, Blasentonus, die evozierten Detrusorkontraktionen und sensorischen Wirkungen. Auch eine Aufzeichnung dieser sensorischen d.h. afferenten Impulse im EEG wird zur Diagnostik herangezogen.

Bei der ersten ES werden die Parameter des Stromes für die weitere Behandlung festgelegt.

Bei der inaktiven und atonischen Blase betrug die Intensität gewöhnlich 4-6 mA, die Frequenz 70-100 Hz und die Impulsdauer 6-8 msec. Hyperaktive und hypertone Blasen wurden mit geringeren Reizen stimuliert. So betrug der Strom 1-2 mA, die Frequenz 50 - 70 Hz und die Impulsdauer 5 msec.

Den Verlauf seiner Behandlung teilt er bezüglich der Erfolge in verschiedene Phasen ein, die vom Beginn einer Detrusorkontraktion und eines Miktionsbedürfnisses, meist zwischen der 2. und 50. Stimulation, bis zu einer Entleerung und Blasengefühl ohne Stimulation reichen.

Kontrolle der Therapieerfolge:

Beobachtet wurden die elektrischen Parameter entsprechend der oben beschriebenen diagnostischen Beurteilung. Manometrische Messungen führte er während den ES durch und zeichnete diese in Graphiken auf. Eine Beschreibung der Druckverhältnisse oder eine Verlaufsbeobachtung derselben ohne ES fehlt. Hauptsächlich machte er klinische Beurteilungen des Blasengefühls und der Miktion. Kriterien für eine erfolgreiche Stimulation waren: Starker bewußter Miktionsreiz, die Fähigkeit ohne Restharn zu entleeren und den Miktionsreiz 1 Stunde lang zu unterdrücken.

Indikationen:

Voraussetzung für die ES ist eine befriedigende Kommunikation mit dem Kind. Daher sind größere Defekte des Intellekts

Kontraindikationen. Eine komplette transversale Läsion, festgestellt durch neurologische Examination, EMG, diagnostischer ES der Muskulatur der unteren Extremitäten und der Blase, ist ebenfalls ein Hindernis.

Kasuistiken:

Berichtet wird über insgesamt 100 Kinder mit MMC, die nicht selektiert wurden. Davon hatten 76 kein Blasengefühl, 61 waren inkontinent und 39 hatten eine totale Retention.

71 der Patienten erreichten eine dauerhafte Tag- und Nacht-Kontinenz. Als wichtige therapeutische Effekte nannte Katona: 1) Restitution eines Miktionsdranges.

2) Restitution eines normalen Detrusortonus.

3) Verschwinden des Residualvolumens.

Genauere Daten zu den Punkten 2) und 3) werden jedoch nicht aufgeführt.

Die einzigen genauen Daten, die er über sein Patientengut angibt, ist die Altersverteilung bei ES, der neurologische Status mit einer Angabe über die Lage der Läsionen und die Zuordnung seiner therapeutischen Erfolge zu diesem neurologischen Status.

Begleitende Maßnahmen waren die Verknüpfung des Blasengefühls mit dem visuell sichtbaren Manometerausschlag, den der Patient zu unterdrücken lernte, und die Anweisung an den Patienten (in einer späteren Phase) sich auf den Miktionsdrang zu konzentrieren, ohne diesem sofort nachzugeben.

Anmerkung:

Katona berichtet über ein nicht selektiertes Patientengut von 100 Kindern mit MMC bis zum Jahre 1975. Bis 1973 hat er 66 Kinder, davon 14 mit einer Retentionsblase und 52 mit einer inkontinenten Blase stimuliert. Innerhalb von 2 Jahren hat er somit 34 Kinder neu hinzugenommen, davon hatten also 9 eine inkontinente und 25 eine Retentionsblase. Der Anteil der Retentionsblasen ist also in seinem Patientengut von 21 % auf 73 % angestiegen.

Katona und Eckstein (1974)

Technik und Stimulation:

Die Blase wird bis zu einem Drittel ihrer Kapazität aufgefüllt. Der Strom, der über einen Katheter mit versilberter Spitze appliziert wurde, hatte eine Intensität, die zwischen 0,5 und 6 mA lag. Die Frequenz betrug 70 bis 100 Hz bei einer Impulsdauer von 3 bis 8 msec. Die Stromform wird wie folgt charakterisiert: Ein steiler Anstieg geht über in ein Plateau und wird gefolgt von einem langsamen Abfallen des Stromes. Die neutrale Elektrode wurde am Arm angelegt. Man stimulierte täglich 1,5 Stunden bei einer Behandlungsdauer zwischen 4 Wochen und 5 Monaten.

Kasuistik:

7 Patienten mit MMC, davon 2 über einen intravesicalen und 5 über einen rektalen Katheter, wurden behandelt. Beide Arten der Stimulation haben nach Katona denselben Effekt. Keines der Kinder entwickelte ein Blasengefühl oder wurde kontinent. Cystometrogramme, die nach dem Ende der Stimulationsbehandlung angefertigt wurden, zeigten keine normalen Detrusorkontraktionen. Ein Kind verstarb wenige Wochen nach dem Ende der ES an einer Sepsis.

Nicholas und Eckstein (1975)

Methode:

In dieser Arbeit wird im Unterschied zu der oben dargestellten Publikation ein Manometer verwendet, das so plaziert wird, daß der Patient die Veränderungen im Blasendruck beobachten kann. Gereizt wurde mit einem Rechteckstrom, dessen Frequenz 90 Hz betrug. Während der ES wurde die Intensität des Stromes soweit erhöht, bis der Patient an der Neutralelektrode, die am Arm angelegt war, ein Prickeln spürte, was gewöhnlich bei einer Stromstärke von 1 mA geschah. Manometrisch gemessene Druck-

schwankungen zeichnete das Pflegepersonal auf. Man stimulierte 5 Tage pro Woche mindestens einen Monat lang. Konventionelles Blasentraining begleitete die ES.

Kontrolle:

Zusätzlich zu den schon erwähnten Aufzeichnungen der Druckschwankungen am Manometer, fanden cystometrische Untersuchungen während der Blasenfüllung, der Miktion oder des Auspressens der Blase und der ES statt. Vor der ersten ES und dann nach 10 und 20 ES wurde eine urodynamische Bewertung durchgeführt. Der rektale Druck kam ebenfalls bei simultanen Messungen zur Darstellung.

Kasuistik:

13 Patienten mit MMC. In keinem Fall zeigte sich ein Blasengefühl. Der Kontinenzstatus änderte sich während der ES nicht. Signifikante Veränderungen in den Cystogrammen waren nicht zu sehen und beim Ein- und Ausschalten des Stromes zeigte sich kein Unterschied im Blasendruck.

D. Berger, K. Berger, N. Genton (1978)

Methode:

Die Blase wird zu einem Drittel mit Kochsalzlösung aufgefüllt, dem ein Desinfektionsmittel oder ein Antibiotikum zugesetzt wurde. Die Befestigung der neutralen Elektrode geschah am Arm. Als Stromform wählten die Autoren einen Exponentialstrom (5-6 mA, 50-60 Hz, 5-6 msec), der mit einem Stimulationskatheter täglich 90 Minuten lang, mit in der Anfangsphase 10-minütigen Pausen, 5 Tage pro Woche, in die Blase eingebracht wurde.

Klinische Untersuchungen:

Zur Klärung der Situation von Detrusor und Sphinkter wurden folgende diagnostischen Schritte unternommen: Cysto- Urethrographie, Endoskopie der Blase, cysto- urethromanometrie, Elektromyometrie des Sphinkters vesicae ext., neurologische Exploration.

Besonderes Gewicht wurde auf folgende Punkte gelegt: Druckprofil entlang des Sphinkterapparates, Blasenaußwiderstand (Kuffer 1973), Druckentwicklung während der Detrusorkontraktion und die Rolle der Bauchpresse beim Einleiten der Miktion.

Kasuistik:

Es wurden 23 Kinder mit einer MMC stimuliert. Das Kollektiv war nicht selektiert. Die Ergebnisse wurden in 4 Kategorien eingeteilt. Gut bedeutete eine Kontinenz von mehr als 2 Stunden, Miktionsbedürfnis, vollständige Miktion, die auch ohne Einsatz der Bauchpresse unterdrückt werden konnte. In diese Gruppe fielen 25 % der Kinder. Ungenügend war der Erfolg, wenn diese Kriterien nicht erreicht wurden, was bei 55 % der Patienten der Fall war. Ohne Reaktion auf die Stimulation blieben 15 %.

Als negativ bezeichneten sie die ES, wenn die Detrusor-Sphinkter- Dyssynergie dadurch verschlimmert wurde. Dies trat bei 5 % der Kinder ein.

Bei 60 % der Kinder hatte vor Beginn der Stimulation eine mehr oder weniger große Dyssynergie bestanden.

Die Autoren geben detaillierte Auskünfte über die Entwicklung der Detrusoraktivität, Sphinkterenzustand, Restharn, Blasengefühl und Urge, Art der Miktion (Tröpfeln, Strahl), Kontinenzsituation. Diese Daten wurden jeweils für den Zustand vor und nach der Stimulation notiert und tabellarisch festgehalten. Einzelne während der Cystometrie nach einer verschiedenen Anzahl von ES erhaltenen Kurven sind in der Publikation enthalten. Die Druckentwicklung in der Blase während des Verlaufs der ES kam exemplarisch zur Darstellung.

Folgerungen und Feststellungen:

- a) Eine Beziehung der Erfolgsquote der ES zum Lebensalter der Kinder konnte nicht festgestellt werden.
- b) Die Stimulationsdauer sollte 150 ES nicht überschreiten. Um eine ES als erfolglos bezeichnen zu können, sollten mindestens 175 ES durchgeführt werden.

- c) Ein Blasengefühl entsteht meist schon bei einer nicht ganz gefüllten und nicht überdehnten Blase.
- d) Wenn der Residualurin verschwindet, tut er dies endgültig.
- f) Der retrovesicale Reflux ist keine Kontraindikation für eine ES.

Kontraindikationen:

Für kontraindiziert hielten sie die ES bei einer kompletten Paraplegie, fortgeschrittener Detrusordekompensation und verminderter Intelligenz.

Madersbacher (1978)

Methode:

Die Behandlung umfaßt bei Madersbacher 60 Stimulationen, 5 mal pro Woche, täglich 90 Minuten. Die Blasenfüllung erfolgte dabei bis zur Hälfte der Kapazität mit physiologischer Kochsalzlösung. Die Referenzelektrode brachte er am Unter- oder Oberarm an.

Verwendung finden Exponentialströme mit variabler Intensität, Impulsdauer und Frequenz. (Genauere Angaben existieren nicht.)

Kontrolle der Behandlung:

Vor Beginn der Elektrostimulationen werden bei jedem Kind urodynamische Untersuchungen vorgenommen, sowie während der ES kontinuierlich der intravesikale und der rektale Druck registriert. Weiter erfolgten nach jeweils 20 Stimulationen Kontrollcystometrogramme (Füllungscystometrie).

Kasuistik:

Die Untersuchung fand bei 8 Kindern mit MMC statt. 2 Kinder hatten eine Detrusorareflexie und 6 Patienten eine Detrusorhyporeflexie. Eine Art Blasengefühl erreichte man bei 6 Kindern. Die Detrusorfunktion änderte sich ebenfalls bei 6 Kindern, was sich allerdings nicht in einer Besserung der Inkontinenz bei allen Kindern auswirkte. Nur 2 dieser Patienten zeigten eine Besserung im Kontinenzstatus und eines davon wurde socially dry.

Indikationen:

Die ES sollte wegen theoretischer Erwägungen nicht bei neurologischen kompletten Läsionen und bei cerebralen Defekten angewandt werden.

Janneck (1973 a +b, 1975)

Methode:

Janneck verwendet bei der ES Exponentialströme mit einer Frequenz von 50 Hz und einer Impulsdauer von 5 msec.

Diese Ströme bringt er in die Blase mittels eines Katheters, der mit einer Silberspitze armiert ist, ein. Die neutrale Elektrode befestigt man am Oberarm oder Hals.

Während der Stimulation ist die Blase zu zwei Dritteln ihrer Kapazität mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt. Bei Beginn der ES wird die Stromstärke in einem Intervall von 5 Minuten langsam erhöht (meist auf 1 bis 2 mA) bis man eine Antwort am Manometer erreicht.

Das Kind soll dann versuchen, diese Druckerhöhung am Manometer willkürlich zu stoppen.

Es folgt nun eine weitere Erhöhung der Stromstärke bis beim Patienten Mißempfindungen eintreten, die durch kurzzeitige Erhöhung der Stromstärke über das Toleranzlimit hinaus, nachfolgend erst bei einem höheren Wert spürbar werden. Die Stimulationszeit betrug, je nach Alter des Patienten, täglich eine halbe bis eine Stunde.

Die Behandlung erfolgte so lange, bis eine Miktion im Strahl möglich war und die Trockenheitsperiode mindestens 2 Stunden betrug.

Besonderheiten:

a) Mit einer speziellen Behandlung der inkontinenten Blase durch geringere Ströme, trägt er ihrer größeren Empfindlichkeit Rechnung.

b) Spezielle Behandlung der Retentionsblase:

Man stimuliert 15 bis 20 Minuten den Blasenhalshals und nachfolgend 45 Minuten lang den Detrusor.

Kasuistik:

1) 7 Kinder mit einer MMC. Davon 2 mit einer Durchlaufblase und 5 mit einer Retentionsblase. Kriterien für den Erfolg der Stimulation waren: Kräftiger Urinstrahl, Trockenheitsintervalle von 2 Stunden. Diese Ziele erreichte er in 3 Fällen mit Retentionsblase und in einem Fall mit einer Durchlaufblase. Die anderen Patienten zeigten eine nicht näher ausgeführte Besserung.

Ausdrückliche Erwähnung findet die Entwicklung eines Blasengefühls nur in einem Fall.

2) 14 Kinder mit MMC. Davon hatten 4 eine Durchlaufblase, 7 eine Retentionsblase und 3 eine maligne Retentionsblase (starke Spastik des Beckenbodens). Ein sensomotorischer Effekt wurde bei allen Kindern erreicht. Bei den Kindern mit Durchlaufblase konnte eine Kontinenz von 1 1/2 Stunden Dauer hergestellt werden. 6 Patienten mit einer Retentionsblase wurde eine Kontinenz von 2 Stunden und eine restharnfreie Entleerung ermöglicht. Die Behandlung dauerte etwa 2 Jahre. Janneck kontrollierte seine Stimulationserfolge durch manometrische Messungen des bei der ES erreichten Blasendruckes und trug graphisch das Restharnvolumen dagegen auf. Die verwendeten Ströme wurden dabei ebenfalls angegeben.

3) Ein Kind mit einer Retentionsblase wurde stimuliert. Der sensomotorische Effekt war positiv, Miktion im Strahl war möglich und die Trockenheitsdauer betrug 1 Stunde. Wegen Residualurin wurden später beide Nervi pudendi reseziert.

Klimis (1979)

Methode:

Die Blase wird bis zu einem Drittel ihrer Kapazität mit einer aseptischen Flüssigkeit aufgefüllt. Der verwendete Exponentialstrom hat eine Intensität von 0,1 bis 10 mA,

eine Impulsdauer von 5 bis 10 msec und eine Frequenz von 40 bis 60 Hz. Die Indifferenzelektrode wird auf der Haut über dem interscapularen Niveau angebracht. Es sind 80 Sitzungen mit einer täglichen Dauer von einer Stunde vorgesehen. Im Falle einer Retentionsblase wurde die direkte Sphinkterstimulation durchgeführt.

Kasuistik:

6 Kinder mit einer MMC. Das neurologische Bild wird sehr differenziert angegeben. Der Detrusor war bei 4 Patienten atonisch und bei 2 Patienten hyperten. Ein sensorischer Effekt wurde stets nur während einer durch ES initiierten Detrusorkontraktion festgestellt. In einem Falle erzeugte die ES einen Spasmus des Beckenbodens. Bezüglich der Kontinenzsituation wurde keine Besserung erzielt. Das Residualvolumen blieb bis auf 2 Fälle, wo es sich sogar vergrößerte, gleich. Die Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie hatte sich dabei verstärkt.

Eine cystomanometrische Verlaufskontrolle wurde nicht vorgenommen. Beurteilt wurde nach klinischen Kriterien. Ein Versuch, die auftretenden Detrusorkontraktionen willentlich zu hemmen, schlug fehl.

Schwock, Festge, Rosenbaum (1976)

Methode:

Es werden Schwellströme mit einer Schwellperiodendauer von 2 sec angewandt. Innerhalb dieser Hüllkurve werden Rechteckimpulse mit einer Frequenz von 70 Hz und einer Impulsdauer von 8 msec verabfolgt. Die Stromstärke betrug je nach Toleranz der Patienten 0,4 bis 3 mA. Man brachte die Referenzelektrode entweder am Hand oder Fußgelenk an. Täglich dauerte die Behandlung eine Stunde. Als Gesamtdauer der ES werden 520 Sitzungen bei 11 Kindern angegeben.

Kasuistik:

11 Kinder mit MMC. Es wurden vor und nach der ES urodynamische Untersuchungen ausgeführt. Explizit angegeben werden: Miktionsform, Kontinenzstatus, Miktionsdrang, Blasenkapazität, maximale Detrusorkontraktion bei Füllung und Miktion, urethraler Widerstand und das Restharnvolumen.

Bei 3 Kindern waren keine klinischen Veränderungen zu sehen. Eine Kontinenz entwickelte sich bei 2 Patienten. 6 Kinder spürten Druck oder Schmerz im Unterbauch, der als Miktionsdrang gewertet wurde. Dieses Phänomen trat jedoch nur während der Stimulation auf. Bei 8 Kindern senkte sich der urethrale Widerstand und bei 5 Kindern verbesserte sich der Harnabfluß (Katheterisierungsartefakt?). Änderungen der Blasenkapazität und Detrusorkontraktionen traten nicht in Erscheinung.

Dénés, Leb (1975)

Methode:

Angewandt werden Exponentialströme mit einer Intensität von 4 mA. Weitere Angaben zur Stromform werden nicht gemacht. Stimuliert wurde täglich eine Stunde in Blöcken von jeweils 10 Tagen. Versprochen die Ergebnisse Erfolg, so wiederholte man diese Sitzungen alle 3-4 Monate.

Die meisten der Kinder, die behandelt wurden, waren in der Lage alleine gehen zu können. Nach Möglichkeit sollten die Kinder durch aktive Verwendung der Bauchpresse zur Druckerhöhung in der Blase beitragen.

Kasuistik:

Bei 25 Kindern mit MMC wurden 500 ES ausgeführt. 2 Kinder zeigten keinen Erfolg. 17 Patienten hatten eine nicht genauer ausgeführte Verbesserung aufzuweisen. Allgemein wird angegeben, daß sich die Blasenatonie besserte und die Retention zurückging. 6 Fälle konnten noch nicht abschließend beurteilt werden. Die Kriterien für die Kontrolle

des Stimulationserfolges sind klinischer Natur. Nach wiederholter ES stellte sich eine manometrisch festgestellte intravesikale Druckerhöhung ein, die jedoch nicht immer eine Besserung zur Konsequenz hatte.

Seiferth (1976, 1978 a + b)

Methode:

Zur ES wird ein Rechteckstrom mit folgenden Daten verwendet: Spannung zwischen 1 und 70 Volt, Impulsdauer 5 msec, Impulspause 35 msec und einer Frequenz von 25 Hz. Die Spannung wählte man entsprechend der Schmerz-toleranz. Eine Angabe der Stromstärke wurde nicht gemacht. Alle technischen Parameter gehen auf manometrische Studien während der Stimulation zurück. Die Behandlung erfolgte 2 - 3 mal pro Woche über einen Zeitraum von 3 - 9 Monaten.

Kasuistik:

- 1) 12 Kinder mit MMC wurden stimuliert. Angegeben wird die Lokalisation der Läsion. 11 dieser Kinder hatte eine inkomplette Schädigung unterhalb von L 1. Bei 6 dieser Patienten konnte eine eindeutige Besserung nach einer Stimulationszeit von 3 - 6 Monaten erreicht werden, die sich darin manifestierte, daß die Trockenperiode 1 - 2 Stunden betrug und eine Miktio im Strahl möglich war.
- 2) 28 Kinder mit MMC wurden stimuliert. Davon schieden 9 aus, weil sich trotz ES keine Detrusorkontraktionen zeigten. 2 weitere Patienten nahmen wegen Harnröhrenstriktur und Reflux nicht mehr daran Teil. Von den verbleibenden 17 Patienten, die eine gute Detrusorkontraktion aufweisen konnten, ergab sich bei 12 Kindern (= 70 %) ein Therapieerfolg. Kriterien waren, wie schon oben genannt, klinischer Natur.

Indikationen:

Ein Schwerpunkt der Arbeiten lag in der genauen Angabe von Auswahlkriterien für eine ES . Voraussetzung für eine

Stimulation sind: Inkompletter Querschnitt, intakte obere Harnwege, kein Restharn, Urininkontinenz, lower motor neuron lesion, eine gute Antwort des Detrusors auf die ES.

Anmerkung:

Die Uromanometrie wird nur dazu genützt, um die Stimulationsparameter zu finden. Keine Verwendung findet sie bei der Dokumentation der Erfolge der ES. Auf die Entwicklung eines Blasengefühls gehen diese Arbeiten nicht ein.

STELLUNG DER INTRAVESICALEN ES IN BEZUG AUF ANDERE METHODEN DER ELEKTRISCHEN BLASENSTIMULATION

Katona betont in seinen Arbeiten stets das Ziel seiner Therapie, das er in einer Restitution der physiologischen Blasenfunktion, einschließlich der dazugehörenden Sensorik, angibt. Alle anderen Methoden beschränken sich auf Verbesserungen in der Symptomatik der neurogenen Blasenstörungen, wobei der Schwerpunkt meist auf eine Verbesserung der Entleerung und nicht in dem Erreichen einer Kontinenz liegt. Die therapeutische Bescheidenheit und der einfachere Wirkungsmechanismus der übrigen Stimulationsformen, erfordern in einem geringeren Maße eine Erklärung der physiologischen Grundlagen, als dies bei Katonas intravesikaler ES der Fall ist. So ist es komplizierter, die langfristige Wirkung eines einschleichenden Exponentialstromes auf postulierte, noch intakte, aber unempfindliche Blasenrezeptoren zu deuten, als die Reaktion von nervalen und muskulären Strukturen auf Rechteckimpulse zu untersuchen, die sich in einem sofort sichtbaren Reiz-Reaktions-Mechanismus ausdrücken. Nicht näher definierbare Katheterisierungseffekte und psychogene Faktoren erschweren die Deutbarkeit der tatsächlichen Therapiewirkung, mehr als dies bei den nun zu schildernden Therapieformen möglich ist.

a) Myotrope oder direkte Detrusorstimulation:

Diese Art der ES basiert auf einer direkten Reizung des Detrusors durch Implantation von Elektroden in die Muskulatur mit dem Ziel einer sofortigen Blasenentleerung als Folge des gesetzten Reizes. Form und Lage der Elektroden lassen zahlreiche Variationsmöglichkeiten zu und haben offenbar einen Einfluß auf die Nebenwirkungen durch eine

Ausbreitung des Stromes auf andere Gewebsstrukturen (Halverstadt und Perry, 1975). Hauptsächlich spielen dabei die Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie durch Sphinkterspasmus und Schmerzreaktionen eine Rolle (Merrill, 1974; Halverstadt und Leadbetter, 1968; Jonas und Hohenfellner, 1978). Die Schmerzensation ist nach Merrill (1976) an die gleiche Voraussetzung gebunden, die auch für die Indikation der intra-vesicalen ES gilt: Es muß eine inkomplette Läsion vorliegen. Warzel (1978) geht soweit, daß er die durch die ES ausgelöste Detrusorkontraktion selbst als Quelle von Schmerzen ansieht. Nun ist Schmerz keine Reaktion, die der myotropen ES vorbehalten bleibt, sondern sie tritt ebenfalls bei der intravesicalen ES in Erscheinung, wo sie durch Lerneffekte in ein Blasengefühl transformiert werden soll (Katona und Eckstein, 1974). Auch der Schmerz bei der direkten Detrusorstimulation unterliegt einer Veränderung im Sinne einer Abschwächung im Verlaufe der Stimulationsbehandlung (Merrill, 1974). Allgemein ist festzustellen, daß Schmerzen bei der intra-vesicalen ES eine seltenere Erscheinung sind, was jedoch auch auf die heute nahezu ausschließlich verwendeten Exponentialströme bei dieser Form der ES zurückzuführen sein dürfte.

In einem weiteren Punkt weist die myotrope ES möglicherweise eine Ähnlichkeit mit der intravesicalen ES auf. So stellten Jonas und Hohenfellner (1978) eine Restauration von Blasenreflexen bei 7 von 8 Patienten mit traumatisch bedingter neurogener Blasenstörung fest. Einschränkung ist anzumerken, daß nach Rossier (1976) mindestens 2 Jahre vergehen können, bis sich die Blasesituation nach dem Trauma wieder stabilisiert hat. Dies scheint bei der genannten Arbeit nicht in allen Fällen berücksichtigt zu sein. Dennoch bleibt dies ein interessanter Aspekt, da zu fragen ist, welches die fundamentalen

Unterschiede sind, welche bei der intravesicalen ES die segensreichen Effekte bewirken. Nur geringe Differenzen bestehen bezüglich der elektrischen Parameter beider Stimulationsformen. Im Mittel liegt die Frequenz um 25 Hz bei der intravesicalen ES höher, doch sind Spannung und Impulsdauer fast identisch (Jona 1978). Allerdings weichen die elektrischen Felder durch die verschiedene Elektrodenlage voneinander ab. Bei der myotropen ES handelt es sich um multiple Felder geringen Ausmaßes mit großen Reizstromdichten, während bei der intravesicalen ES ein großes relativ homogenes Feld aufgespannt wird (Warzel 1978). Daß bei der direkten Detrusorstimulation Rechteckströme Verwendung finden, dürfte abgesehen von den Nebenwirkungen nicht von so großer Bedeutung sein, da Katona (1958) auch mit diesem Stromtyp erfolgreich gewesen ist.

b) Neurotrope Elektrostimulation:

Diese Form der ES kann entweder an der Nervenwurzel oder am peripheren Teil des Nerven ausgeführt werden. Man beabsichtigt damit, wie bei der myotropen ES, eine ausreichende Kontraktion des Detrusors mit nachfolgender Entleerung der Blase. In Frequenz und Impulsdauer sind neurotrope und myotrope ES nahezu identisch, doch besteht ein Unterschied in der Spannung, die bei der Stimulation über die physiologischen Bahnen der Nerven wesentlich geringer ist (Jonas 1978). Damit ist auch die Möglichkeit einer Reizausbreitung auf Nachbargewebe vermindert (Habib 1967). Dennoch besteht die Gefahr einer Mitreizung der Nn. pudendi mit einer daraus resultierenden Erhöhung des urethralen Widerstandes, sowie eine Übertragung von Schmerzsensationen über den N. hypogastricus, weshalb die Durchtrennung dieser Strukturen vielfach empfohlen wird (Ingersoll, 1957; Holmquist, 1968; Graber und Rutishauser, 1965; Staubitz, 1966).

Ungeachtet einer erfolgreichen Miktion findet die neurotrophe ES in ihrer klinischen Verwertbarkeit durch die technischen Probleme wie Elektrodenfixierung und permanente Nervenschädigung eine Einschränkung (Habib, 1967).

Eine Bannung von Reflexen erwähnt keiner der Autoren und ist wohl auch nicht zu erwarten.

c) Rückenmarksstimulation:

In einer Vergleichsstudie stellt Jonas (1978) fest, daß die myotrope Stimulation einer Reizung des Miktionszentrums in Bezug auf Entleerung und Selektivität überlegen ist. Mit einer Variation unterschiedlicher Elektroden und ihrer Lage konnte in diesen Punkten keine Verbesserung erzielt werden. Nach Bradley (1969) erscheint es unmöglich, zwischen den Neuronen der Nn. pudendi und Nn. pelvici im Sacralmark auf Grund anatomischer Nachbarschaft zu differenzieren. Einen Ausweg könnte die sogenannte Post- Stimulus- Entleerung darstellen (Jonas 1978), die aus einer Zeitdifferenz in der Erschlaffung von Detrusor und Spinkter resultiert. Durch die schnellere Relaxation des Sphinkters könnte sich eine Serienreizung als sinnvoll erweisen. Eine klinische Erprobung steht allerdings noch aus.

Als Nebenwirkungen der Rückenmarksstimulation sind eine Kontraktion der Beinmuskulatur, diffuser Schmerz im Beckenbereich, Schweißausbrüche, Filoerektion, Erythem mit Erhöhung der Hauttemperatur sowie Erektion und Ejakulation zu nennen (Grimes et al., 1975).

Ungeachtet dieser Schwierigkeiten hat es sich gezeigt, daß eine Langzeitstimulation, in einem Fall waren es 4 1/2 Jahre, möglich ist (Halverstadt, 1971; Grimes et al., 1973; Grimes et al., 1975). Dabei konnte eine Verringerung des Residualvolumens und eine Abnahme der Infektionsinzidenz

erzielt werden. Bei Patienten mit einer MMC ist die Anwendung dieser Therapie eingeschränkt, da der Conus medullaris intakt sein muß (Bradley et al., 1976).

c) Beckenbodenstimulation:

Barnes (1930) führte die Verwendung von perinealen und suprapubischen Elektroden ein. Merrill (1976) gibt für diese Art der ES folgende Möglichkeiten an: Stimulation über den N. pudendus, Implantation von Elektroden im Beckenboden, transrektale ES und intravaginale Lage der Reizelektroden. Im Vordergrund steht bei dieser Methode nicht die Entleerung der Blase, sondern das Erreichen einer Kontinenz. Dies soll einmal durch die "passive Kontinenz" genannte urethrale Widerstandserhöhung und andererseits durch eine "aktive Kontinenz", unter der man eine Aktivierung von Reflexmechanismen versteht, geschehen. Die Reflexe sollen eine Hemmung des Detrusors mit gleichzeitiger Sphinkterkontraktion bewirken. Teague und Merrill (1977) bestätigen diesen Vorgang und folgern daraus, daß es nur bei MMC mit einer upper motor neuron lesion sinnvoll ist, die Beckenbodenstimulation anzuwenden. Eine dauerhafte Besserung der Inkontinenz läßt sich durch diese Form der ES allerdings nicht erreichen (Godec und Cass, 1978). Es bleibt die Frage offen, wie die passive und besonders auch aktive Kontinenz die Stimulationsbehandlung überdauern.

d) Rektale Elektrostimulation:

Man kann diese Stimulationsart weiter differenzieren in eine rektale Sphinkterstimulation, die weitgehend der Beckenbodenreizung ähnelt und mit der Absicht einer Kontinenzverbesserung ausgeführt wird (Rakovec, 1976; Janež et al., 1979; Godec und Cass, 1978; Godec et al., 1977) und eine ampulläre ES. Beide Methoden kann man

auch als Oberflächenstimulation bezeichnen. Überhaupt lassen sich die Begriffe Beckenboden-, Oberflächen- und Reflexstimulation kaum streng voneinander trennen.

Dees (1965) beschreibt in seinen Versuchen mit einer in der Ampulle gelegenen Elektrode eine ausgezeichnete Kontraktion der perinealen Muskeln, Erektion und Ejakulation sowie Schmerzempfindungen, doch schlug die Absicht einer Blasenentleerung fehl.

Grice und Makow (1965) gelang mit der gleichen Methode eine Entleerung bei Hunden. Godes, Ayala und Cass (1977) stellten bei 11 Patienten mit intaktem Nervensystem nach der ampullären ES sowohl einen Miktionsdrang und ein Defäkationsbedürfnis, als auch eine Relaxation des Beckenbodens fest. Eine artifizielle Miktion zeigte sich jedoch nicht, obwohl eine Zunahme des Blaseninnendrucks beobachtet werden konnte.

Die Indikation dieser Form der ES ist identisch mit derjenigen bei Beckenbodenstimulation, da ebenfalls funktionierende Reflexwege noch erhalten sein müssen.

P A T I E N T E N G U T

Alle sechs Kinder sind Patienten der Universitäts-Kinder- Klinik in München. Es handelt sich um drei Mädchen und drei Buben. Die nun folgenden Anamnesen geben den Befund vor Beginn der Elektrostimulation wieder.

Beobachtung 1:

Der nun 8-jährige Junge wurde mit einer offenen lumbosacralen Meningomyelocele geboren, die man direkt nach der Geburt operativ versorgte. Ein Hydrocephalus machte eine Ventilimplantation 3 Wochen p.p. erforderlich, das inzwischen einmal revidiert werden mußte. Weitere Begleitmißbildungen waren nicht vorhanden. Das Kind besucht eine Schule für Körperbehinderte und hat eine normale geistige Entwicklung. Seine Beweglichkeit ist nur gering eingeschränkt.

Die Stuhlhäufigkeit beträgt einmal pro Tag und öfters ist auch eine Obstipation festzustellen. Stuhlschmierer ist stets vorhanden und ein Stuhldranggefühl konnte nicht beobachtet werden.

Bei der Miktionsanamnese ergab sich eine Häufigkeit der Entleerung, die über der Norm liegt, mit Trockenheitsperioden, die 1/2 bis 1 Stunde betragen, aber nur gelegentlich erreicht wurden. Das Urinieren im Strahl war möglich. Harndrang oder analoge Sensationen fehlten. Die Ausdrückbarkeit der Blase war gut.

Untersuchungen der Niere und ableitenden Harnwege zeigten stets einen unauffälligen Befund, doch waren in den letzten Jahren rezidivierende Harnwegsinfekte festzustellen. Als wir mit der ES begannen, konnte kein Bakterienwachstum nachgewiesen werden.

Die Möglichkeit, den Sphinkter willentlich zu kontrahieren, war vorhanden und die Fremdreflexe im anogenitalen Bereich konnten alle ausgelöst werden. Die nach dem neurologischen Status bestimmte Höhe der Läsion wies auf eine sacrale Lokalisation hin.

Beobachtung 2:

Wir begannen die ES bei diesem Patienten im Alter von 8 Jahren. Es handelt sich um einen Jungen mit einer offenen MMC, die am dritten Tag post partum verschlossen wurde. Zusätzlich bestand ein Hydrocephalus, so daß man im Alter von 3 Wochen ein Ventil implantierte, das inzwischen einmal revidiert wurde. Weitere Begleitmißbildungen waren nicht gegeben. Das Kind zeigte im vierten Lebensjahr eine beidseitige Lähmungsluxation, die man mit verschiedenen operativen orthopädischen Eingriffen zu beheben versuchte und erhielt nachfolgend einen Gehapparat. Es ist heute zur Fortbewegung auf einen Rollstuhl angewiesen. Inzwischen hat sich eine Skoliose der BWS mit Rippengibbus ausgebildet.

In der Normalschule zeigt das Kind gute Leistungen. Bei der klinisch-anamnestischen Untersuchung fiel eine gehäufte Stuhlentleerung auf. Ein Stuhlschmierer fehlte und als StuhlDrang wurde ein dumpfes Gefühl im Abdomen angegeben. Die Miktion hat einen tröpfelnden Charakter und ist übernormal häufig, so daß Windeln getragen werden. Trockenheitsperioden sind nicht festzustellen und ein Blasengefühl existiert nicht. Es ist nicht notwendig die Blase auszudrücken, da dies der Junge mit Zuhilfenahme der Bauchpresse selbst in einem ausreichenden Maß kann.

Rezidivierende HWI bestanden öfters, doch ist im Moment kein Bakterienwachstum festzustellen. Die Nierenfunktion und die ableitenden Harnwege ergeben keinen pathologischen Befund.

Bulbocavernosus-, Husten- und Analreflex waren auslösbar. Der Babinskireflex hingegen nicht.

Beobachtung_3:

Der zum Zeitpunkt des Beginns der ES 10-jährige Patient wurde mit einer geschlossenen, hühnereigroßen Meningomyelocele geboren. Es bestand eine oberflächliche Pigmentierung. Die deckende Operation der sacralen MMC erfolgte wenige Stunden nach der Geburt. Ein Hydrocephalus oder andere Begleitmißbildungen waren nicht vorhanden.

Das Kind geht im Moment in die dritte Klasse einer Sonderschule. Bei einem Intelligenztest fand sich kein von der Norm abweichender Befund. Sein Verhalten erscheint jedoch stark gestört und der Patient zeigte sich sehr verschlossen. Das Gehen bereitet ihm keine Schwierigkeiten, doch besteht eine beidseitige Atrophie der Muskulatur des Unterschenkels sowie ein Pes adductus, ebenfalls beidseitig. Auf den Zehenspitzen zu gehen, war dem Patienten nicht möglich.

Die Stuhlentleerung erfolgte 4 - 7 mal am Tag und es bestand eine ständige Enkopresis. Stuhldrang oder Völlegefühl waren nicht gegeben.

Der Miktionscharakter ist fließend bei einer über der Norm liegenden Häufigkeit der Entleerung. Trockenperioden sowie ein Blasengefühl konnten nicht festgestellt werden. Das Ausdrücken der Blase war unproblematisch. Vom Anbringen einer Ileumblase wurde Abstand genommen und stattdessen nahm man eine Urinalversorgung in Aussicht. Ein Klopftraining, das seit wenigen Tagen durchgeführt wird, zeigte noch keinen sicheren Erfolg.

Bei einer neurologischen Untersuchung ergab sich eine Läsion ab Lumbale I. Eine willkürliche Sphinkterkontraktion war auslösbar.

Nierenkontrollen ergaben stets einen normalen Befund. Der letzte Harnwegsinfekt liegt mehrere Jahre zurück. Ein vesico-ureteraler Reflux war nie festzustellen.

Beobachtung_4:

Wir begannen mit der ES bei der Patientin im Alter von 6 Jahren. Das Mädchen wurde mit einer offenen, lumbosacralen Meningomyelocele geboren. Man verschloß diese am 33. postnatalen Tag. Begleitmißbildungen fanden sich nicht.

Das Kind besucht eine Normalschule und hat eine normale geistige Entwicklung. Seine Beweglichkeit ist nur leicht eingeschränkt.

Defäkationsverhalten:

Es besteht eine normale Stuhlhäufigkeit, bei fehlendem Stuhl drang. Unter Stressbedingungen und meist auch morgens ist ein Stuhlschmieren zu beobachten. Bei Durchfall besteht eine Inkontinenz.

Miktio:

Der Miktionscharakter ist tröpfelnd und es bestehen Trockenperioden von maximal 1/2 Stunde Dauer. Ausdrücken läßt sich die Blase nur mit Widerstand und ein Blasengefühl besteht nicht.

Bakteriologie:

Der letzte Harnwegsinfekt liegt 2 Jahre zurück.

Neurologie:

Perianal bestand eine Sensibilität, doch war der Analreflex nicht auszulösen. Die nach dem neurologischen Status bestimmte Läsionshöhe lag unterhalb von L 4. Niere und obere Harnwege waren stets unauffällig.

Beobachtung_5:

Das mit einer geschlossenen Meningomyelocele in thoracolumbalen Höhe geborene Mädchen ist jetzt 9 Jahre alt. Die MMC verschloß man am ersten postnatalen Tag. Es lag außerdem ein Hydrocephalus vor, der 14 Tage nach der Ge-

burt mit einem Ventil versorgt wurde. Ventilrevisionen sind bislang nicht notwendig geworden. Als weitere Störung liegt eine starke Kyphoskoliose vor. Ober- und Unterschenkel sind beidseitig infolge einer Parese atrophiert und ebenfalls beidseitig haben sich Hackenfüße herausgebildet.

Das Kind besucht eine Montessori-Schule (Lernbehindertenklasse). Fortbewegung ist mit einem Gehapparat nur ebenerdig möglich. Meist wird ein Rollstuhl benutzt.

Bei der Stuhlanamnese ergab sich eine Stuhlentleerung alle 2 Tage und eine zeitweilige Obstipation. Stuhlschmierien ist nicht vorhanden und ein Stuhldrang wird seit dem 7. Lebensjahr wahrgenommen.

Die Miktion hat einen fließenden Charakter und die Trockenheitsperioden betragen maximal eine Stunde. Ein Harndrang kann nicht angegeben werden, doch spürt es das Kind, wenn es naß ist. Das Ausdrücken der Blase ist ohne Schwierigkeiten möglich.

Momentan besteht weder ein Reflux noch ein Harnwegsinfekt. Bis zum 7. Lebensjahr stellte man rezidivierende HWI fest. Rechts ist die Niere etwas verkleinert, was man auf eine dysgenetische Ursache zurückführt. Das Hohl-system ist beidseits ohne pathologischen Befund. Das Kind kann den Sphinkter willkürlich kontrahieren. Husten- und Analreflex sind vorhanden, während der Babinskireflex nicht auslösbar ist. Aus der gesamten Reflextestung ergibt sich die Höhe der Rückenmarksläsion ab Th 8 - 12 .

Beobachtung_6:

Die Patientin ist zu Beginn der ES drei Jahre alt. Geboren wurde das Mädchen mit einer offenen, lumbosacralen Meningomyelocele, die man unmittelbar nach der Geburt verschloß. Zusätzlich lag ein Hydrocephalus vor, den man 14 Tage post partum mit einem Ventil versorgte. Weitere

Begleitmißbildungen waren nicht gegeben.

Das Mädchen besucht einen Kindergarten und hat eine normale Intelligenzentwicklung. Seine Bewegungsfähigkeit ist durch Klumpfußstellung beeinträchtigt, doch ist es trotzdem in der Lage, längere Zeit zu gehen. Zur Zeit wird eine Vojta- Gymnastik durchgeführt.

Die Stuhlhäufigkeit beträgt 1 bis 2 mal pro Tag und es ist gehäuft eine Obstipation feststellbar. Völlegefühl oder Stuhldrang fehlen.

Unsere Miktionsanamnese ergab eine normale Entleerungsfrequenz bei fehlendem Harndrang. Es bestand eine Trockenheitsperiode von maximal 2 bis 3 Stunden Dauer. Entleert wird mittels Vojta- Gymnastik durch Verstärkung der Bauchpresse. Dabei ist eine Miktion im Strahl möglich. Bei fehlendem Widerstand ließ sich die Blase gut ausdrücken.

Neurologisch besteht eine Läsion ab Lumbale I. Bauchhautreflex und Hustenreflex waren vorhanden.

Achillessehnen- und Analreflex hingegen nicht. Der Patellarsehnenreflex zeigte sich abgeschwächt.

BESCHREIBUNG UNSERER METHODE DER INTRAVESICALEN ELEKTRO- STIMULATION

Wir benützten für die ES einen aus Ungarn eingeführten Variostimulator mit folgenden elektrischen Parametern: Stromintensität 1 - 10 mA, Impulsdauer 1 - 10 msec, Frequenz 50 - 100 Hz, konstante Spannung. Nach der Entleerung der Blase und der Bestimmung des Restharns, füllten wir diese über den Stimulationskatheter mit physiologischer Kochsalzlösung auf, der ein Antibioticum zugesetzt war.

Als indifferente Elektrode kam eine Plattenelektrode zur Anwendung, der ein feuchter Schwamm unterlegt wurde. Dies geschah, um hohe Feldstärkedichten zu vermeiden und das elektrische Feld gleichmäßig zu verteilen. Wir befestigten die Plattenelektrode mit Hilfe einer Manschette am Oberarm.

Bei jedem Kind ging der eigentlichen Blasenstimulation eine Probestimulation unter cystometrischer Kontrolle voraus. Durch sie legten wir die geeignete Stromstärke fest, die dann im Verlaufe der gesamten Therapieperiode unverändert blieb.

Als Kriterium für eine adäquate Stromintensität sahen wir bei Reflexblasen diejenige Stromstärke an, bei der die Detrusoraktivität sich in Bezug auf Amplitude und Kontraktionshäufigkeit verminderte.

Bei funktionslosen Blasen wurde prinzipiell darauf geachtet, daß sich die Detrusoraktivität vergrößerte.

Für jedes Kind betrug die Stimulationsperiode 6 Monate. An 5 Tagen pro Woche wurden täglich 60 Minuten lang stimuliert. Insgesamt sind dies fast 800 Elektrostimulationen.

Methoden zu Verlaufskontrolle der Elektrostimulation

a) Cystometrie:

In den vergangenen Jahren wurden große Anstrengungen unternommen, um Richtlinien zur Standardisierung der Begriffe des unteren Harntraktes herauszuarbeiten (International Continence Society 1976 a b, 1977). Diese sollen in der nachfolgenden Ausführung berücksichtigt werden.

Technik:

Zur Aufzeichnung stand uns ein 1222 Polyvarioskript-Zwölffachschreiber der Firma Schwarzer zur Verfügung, der über einen Statham- Druckwandler an einem Blasen-katheter angeschlossen war. Unsere Meßanordnung geht aus der Abbildung 2 hervor.

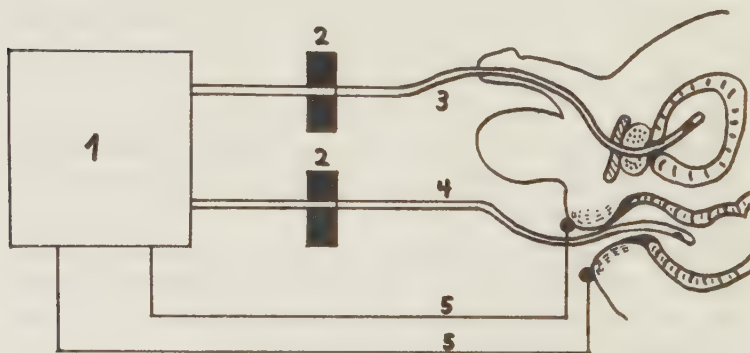


Abb. 2: Meßanordnung bei der urodynamischen Bewertung der ES . (1) Zwölffachschreiber, (2) Druckwandler, (3) Blasen-katheter, (4) Rektumkatheter, (5) Elektroden (EMG)

Der Zugang zur Blase erfolgte unter sterilen Kautelen mit einem Polyvenylkatheter von 8 Charriere der Firma Braun Melsungen. Als Medium verwendeten wir physiologische Kochsalzlösung mit Zimmertemperatur, dem ein Antibiotikum zugesetzt wurde. Den hydrostatischen Nullpunkt justierten wir in Höhe der Symphysenoberkante des liegenden Patienten. Die Blasenfüllung erfolgte kontinuierlich mit einer Geschwindigkeit von 5 ml/min.

Bei unseren Messungen notierten wir folgende Parameter:

- a) Blasenruhedruck , welcher definiert ist als derjenige Druck, der in der entleerten Blase herrscht.
- b) Detrusorkontraktionen in Ruhe mit Amplitude, Frequenz und Dauer.
- c) Ruhedruck bei maximaler Füllung , der sich am Ende jeder Blasenfüllung, unmittelbar vor Eintritt der Inkontinenz ergibt.
- d) Maximale Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase. Die Amplitude, Frequenz sowie Dauer wurden aufgezeichnet.
- e) Maximaler Blasendruck. Er kann dem Ruhedruck bei maximaler Füllung entsprechen, doch kann auch eine Detrusorkontraktion in jedem Punkt der Füllungsphase ihn verursachen. Falls Detrusorreaktionen am Ende der Füllungsphase auftreten, so ist auch ein Betrag möglich, der nahezu der Summe aus den in c) und d) beschriebenen Drucken entspricht.
- f) Maximale Blasenkapazität , die dann erreicht ist, wenn das Kind inkontinent wird.
- g) Cystometrisch bestimmter Restharn , gewonnen als Differenz von maximaler Blasenkapazität und dem gemessenen Flowvolumen.
- h) Compliance c ist definiert durch die Beziehung
$$c = V / p \text{ (ml / mmHg)}$$
, wobei V die maximale Blasenkapazität und p der maximale Blasendruck bedeutet.

- i) Blasendruck bei Auspressen der Blase mittels Bauchpresse oder Crédé.
- j) Harndranggefühl auch in Relation zum intra-vesikalen Druck und dem Blasenvolumen.
- k) Uroflow mit Flowvolumen und maximalem Flow pro Minute.

Aus der Amplitude der Detrusorkontraktionen teilten wir nach dem Klassifikationsschema von Stark (1968, 1973) in eine funktionslose- oder Reflexblase ein. Den Verlauf eines normalen F  llungscystometrogramms beschreibt Merrill (1971 a + b) .(Abb. 3)

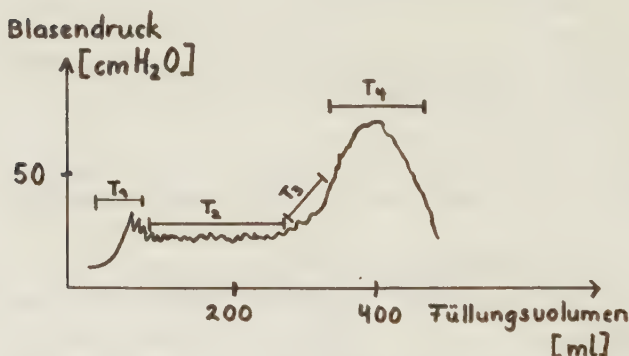


Abb. 3: Normales F  llungscystometrogramm nach Merrill (1971 a)

Dabei bedeutet T₁ den Blasenruhedruck. Während der Phase T₂ erfolgt eine Akkommodation des Detrusors an das zunehmende Volumen und die Phase T₃ wird bestimmt durch die Dehnung des kollagenen Gewebeanteils im Detrusor. In der Periode T₄ sorgen Detrusorkontraktionen für einen maximalen Druckanstieg, der von einer Entleerung begleitet wird. Diese reflektorischen Detrusorkontraktionen sollen jedoch nur bei etwa 50 % der Frauen und 95 % der

Männer auftreten. Ein Miktionsdrang ist üblicherweise in der isotonischen Phase T_2 zu erwarten (Palmtag, 1977).

Zur Ruhigstellung unserer Patienten verwendeten wir in seltenen Fällen Truxalettensaft, um unkalkulierbare Einflüsse nach Möglichkeit zu vermeiden (Grossman et al., 1977). Artefakte durch intraabdominelle Druckveränderungen wie z.B. durch Lagewechsel (Bradley, 1976) vermieden wir durch die simultane Messung des intrarektalen Druckes. Ein weiteres Problem, die reflektorische Detrusoraktivierung (Anderson und Bradley, 1977) durch zu rasche Blasenfüllung war einfach zu lösen. Was nicht ausgeschlossen werden konnte, ist eine Aktivierung des Detrusors durch intrarektale oder intraurethrale Dehnung bedingt durch die Einführung der verschiedenen Katheter.

b) Abdominaldruckmessung:

Es gibt mehrerer Möglichkeiten den intraabdominellen Druck zu bestimmen. Meist findet eine intrarektale Messung statt, da sie zur geringsten Belastung des Patienten führt, jedoch sind auch intraperitoneale Bestimmungen oder eine Registrierung im Magen üblich.

Unsere Meßanordnung geht ebenfalls aus der Abbildung 2 hervor. Sie zeigt einen intrarektal liegenden Polyvenylkatheter der Firma Pharmaseal, der ein Lumen von 8 Charrière besitzt. Über einen Dreiweghahn erfolgte einerseits die Füllung des Katheters und andererseits die Registrierung über einen Druckwandler an unserem Vielfachschreiber. Die Füllung erfolgte mit physiologischer Kochsalzlösung.

Neben der Höhe des Rektumruhedrucks, interessierten wir uns auch wegen des rektal-vesikal Reflexzusammenhangs (Bors und Comarr, 1971) für die Aktivität des Rektums.

c) Vesicourethrales und anorektales Druckprofil:

Da zwischen dem Blaseninnendruck und dem Harnröhrendruckprofil eine Korrelation besteht, sollte nach Palmtag (1977) bei der Untersuchung die Blase nicht oder nur gering gefüllt sein.

Wir gewannen die Druckprofile, indem wir jeweils den Blasen- und dann den Rektalkatheter langsam und kontinuierlich manuell zurückzogen.

Eine gute Beschreibung des anorektalen Druckprofils beim Normalbefund findet sich bei Reuter und Kaiser (1976), wonach in zwei Phasen eingeteilt wird.(Abb.4)

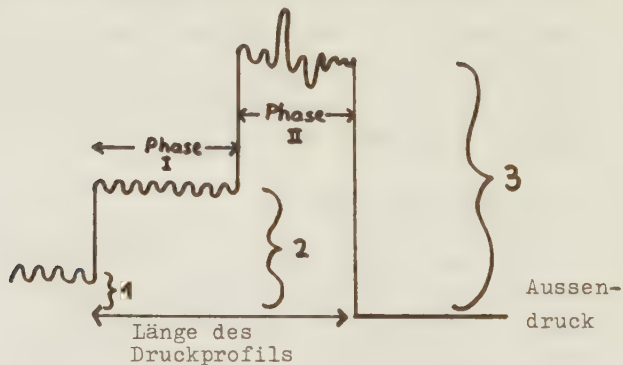


Abb. 4: Phasen des anorektalen Druckprofils nach Reuter und Kaiser (1976) : (1) rektaler Ruhedruck, (2) anorektaler Druck (Phase I), (3) anorektaler Druck (Phase II).

Dabei zeigen sich in Phase I regelmäßige Wellen mit variabler Amplitude und Frequenz. In der Phase II sind hingegen deutliche Niveauunterschiede mit mehrgipfligen Wellen und zeitweilig auch eine geringe Aktivität und regelmäßige Wellen zu sehen.

Die Phasen, die im Niveau deutlich voneinander zu unterscheiden sind, werden als Aktivität des M. sphinkter internus und M. sphinkter externus angesehen.

Auf analoge Weise wie das anorektale Druckprofil erhielten wir auch das urethrale Profil . Beide setzten wir miteinander in Beziehung.

d) Elektromyographie des analen Sphinkters:

Die elektrische Aktivität des analen Sphinkters wurde mit perianalen Oberflächen- Elektroden abgeleitet und ebenfalls mit dem Mehrfachschreiber, simultan zu den cystometrischen Untersuchungen, aufgezeichnet. Dabei setzten wir die gemessene Aktivität gleich derjenigen des M. sphinkter urethrae, was nach Allert und Jelasik (1974) möglich ist.

Das EMG benutzten wir zunächst um folgende Reflexe zu kontrollieren: den Anal-, Bulbocavernosus- und Hustenreflex. Auch die Aktivität des Sphinkters bei Crédé und unter willkürlichem Einfluß (Kontraktion) läßt sich bestimmen. Bei diesen Manipulationen ist im Falle einer normalen Funktion eine vermehrte Aktivität zu erwarten. Sie vermindert sich bei der von Sundin und Petersén (1975) angegebenen willentlichen Erschlaffung des urethralen Sphinkters unabhängig von der Blasenfüllung.

Die basale Aktivität wird von den einzelnen Autoren unterschiedlich beurteilt. So besteht die Ansicht, daß eine Daueraktivität normal sei (Rousseau et al., 1976), neben der Auffassung, daß unter optimalen Bedingungen eine totale elektrische Stille von Sphinkter ani und Sphinkter vesicae existiert (Allert und Jelasik, 1974).

Blaivas (1977 a + b) beschreibt die Aktivität des Sphinkters ani in der Abhängigkeit von der Blasenfüllung. Bei geringer Füllung war sie minimal, um dann mit zunehmendem intravesicalem Volumen anzusteigen und mit der Entleerung wieder abzufallen. Diese dynamische Betrachtungsweise verbindet er mit einer Definition für die Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie. Danach steigt im pathologischen Fall die elektromyographische Aktivität während

einer Detrusorkontraktion, die der Entleerung dienen soll, an.

Es besteht nach Diokno et al. (1976) die Möglichkeit, mit der elektromyographischen Methode die Sphinkterfunktion weiter zu differenzieren in einen koordinierten und einen unkoordinierten Sphinkter. Letzterer kann mit einem tonischen, klonischen oder paralytischen Diaphragma einhergehen oder auch total unkoordiniert sein.

Für uns war es wesentlich zu erfahren, ob sich durch die ES die Detrusor- Sphinkter- Situation verändert und eine Verstärkung der Dyssynergie eintreten kann.

M E S S E R G E B N I S S E

Anmerkung: Alle unter dem Kapital "Patientengut" zugeordneten Kennziffern werden im Folgenden beibehalten. Im Text sind sie in Klammern gesetzt.

a) Klinisch-anamnestische Ergebnisse (Tabelle 1):

Wir gewannen diese durch eigene Untersuchungen und Befragung der Mütter unserer Probanden. Sie geben Auskunft über den Zustand vor Beginn der Elektrostimulation und nach 20 Wochen Therapie.

Wir stellten fest, daß stets alle Kinder in der Lage waren, eine Bauchpresse auszuüben. Mit dem Crédé-Handgriff gelang die Entleerung vor und nach der Stimulationsbehandlung bei 3 Kindern (1, 5, 6). Kind 3 zeigte eine Veränderung der Situation insofern, als daß es zu Beginn der Therapie möglich war, die Blase durch ausklopfen zu entleeren, was nach Behandlungsende nicht mehr gelang. In zwei Fällen (2, 4) war eine Entleerung mit Crédé- Handgriff nicht möglich.

Der Miktionscharakter wurde durch die Elektrotherapie beeinflusst. Während vor der ES 5 Kinder eine tröpfelnde bis fließende Miktion hatten und nur Kind 6 mit Vojta-Gymnastik im Strahl urinieren konnte, war es nun allen Kindern möglich, einen Strahl zu produzieren. Allerdings gelang dies bei 3 Patienten (1, 2, 3) nicht immer und der Strahl war auch manchmal nicht sehr kräftig.

Ein Harndranggefühl konnte bei 5 Kindern überhaupt nicht, und bei Kind 3 nur unsicher festgestellt werden. Nach 20 Wochen ES hatten die Probanden 3 und 4 stets ein sicheres Gefühl einer vollen Blase. Kind 5 äußerte gelegentlich ein derartiges Gefühl und ein weiteres Kind (2) empfand ein leichtes Kribbeln bei voller Blase.

In zwei Fällen (1, 6) konnte nie ein Blasengefühl festgestellt werden.

Die Trockenheitsperiode verlängerte sich bei 4 Kindern. Einmal (2) war sie gleichbleibend und in ebenfalls einem Fall (6) wurde sie geringfügig verkürzt.

Verwendet man das Kriterium einer Trockenheitsperiode, die größer als zwei Stunden ist, als Erfolg (Janneck 1973, Berger, Berger und Genton 1978), so war die Therapie bei zwei Kindern (3, 4) erfolgreich. Beide weisen außerdem ein Harndranggefühl sowie eine Miktio n im Strahl auf. Verwenden wir die Kriterien von Seiferth(1978 a + b), also 1 bis 2 Stunden Trockenheitsperiode und eine Miktio n im Strahl, dann können wir bei 4 Kindern einen Therapieerfolg verbuchen.

Pat.	Geschlecht	Crédé		Effektionscharakter		Anvendungsform		Trockenheitsperiode	
		vor	nach	vor	nach	vor	nach	vor	nach
1	männlich	+	+	vorher im Strahl sonst tröpfelnd	meistens im Strahl	/	/	< 1 h	1 h
2	männlich	/	/	tröpfelnd	Strahl, morgens tröpfelnd	/	leichtes tröpfelnd bei voller Blase	1/2 h	1 1/2 h
3	männlich	aus- stropfen	/	tröpfelnd bis fließend	meist im Strahl	nicht er	+	1 h	> 2 h
4	weiblich	/	/	tröpfelnd	im Strahl	/	+	1/2 h	> 2 bis 3 h
5	weiblich	+	+	tröpfelnd bis fließend	im Strahl	/	manchmal Strahl ein- ner vollen Blase	1 h	1 1/2 h
6	weiblich	+	+	im Strahl	im Strahl	/	/	2 bis 3 h	< 2 h

Tabelle 1: Litisol- anarrestische Ergebnisse.

b) Restharnvolumen (Tabelle 2):

4 Wochen ES führen in 5 Fällen zu einem Anstieg des Restharnvolumens. In einem Fall (6) war eine geringfügige Senkung zu beobachten. Insgesamt 53 % der Meßwerte liegen über dem ursprünglichen Restharnvolumen. 42 % sind darunter gelegen und der Rest entspricht dem Ausgangswert vor Beginn der ES . Die größte Häufigkeit an gesenkten Restharnvolumina ist nach 8, 16 und 20 Wochen zu sehen mit jeweils drei Meßwerten, die unter dem Ausgangswert liegen.

Kind 5 weist ausschließlich erhöhte Volumina auf. Ein Proband (1) hat, außer einem mit dem Ausgangsvolumen identischen Wert, nach 8 Wochen ES gleichfalls nur Vergrößerungen im Restharnvolumen aufzuweisen. Bei zwei Kindern (4, 6) sind mehrheitlich verminderte Restharmengen zu sehen, während zwei weitere Kinder (2, 3) Werte besitzen, die abwechselnd unter oder über dem Ausgangswert liegen.

Wird das Restharnvolumen als zusätzlicher klinischer Parameter des Therapieerfolgs hinzugezogen (Berger, Berger und Genton, 1978), kann von den Kindern 3 und 4 nur noch das Kind 4 als erfolgreich stimuliert gelten, da das Restharnvolumen den Wert Null annimmt. Dieser beträgt bei Kind 3 nach 20 Wochen ES 100 ml. Nur noch das Kind 2 würde dieses Kriterium nach 16 Wochen ES erfüllen.

Pat.	vor Nst.	nach 4 Wo.	8 Wo.	12 Wo.	16 Wo.	20 Wo.
1	10	20	10	30	30	20
2	20	50	10	40	00	20
3	130	250	70	145	130	100
4	50	70	00	20	40	00
5	10	30	70	90	20	50
6	30	20	50	30	10	10

Tabelle 2: Cystometrisch ermittelte Restharnvolumina. (ml)

c) Blasenruhedruck (Tabelle 3):

Der Blasenruhedruck beträgt bei ungestörter Blasenfunktion zwischen 6 und 16 mmHg (Palmtag, 1977). Verglichen mit den Durchschnittswerten normaler Kinder, sahen wir bei allen unseren Probanden eine Verminderung des intravesicalen Druckes in Ruhe, wobei zwei Kinder (1, 2) mit 5 mmHg nur knapp unterhalb der üblichen Werte lagen. Keiner unserer Patienten erreichte durch die ES einen Wert innerhalb des angegebenen Normbereiches.

Druckschwankungen von 5 mmHg zwischen den einzelnen Meßtagen konnten beobachtet werden. Der durchschnittlich höchste Blasendruck aller Patienten lag nach 12 Wochen ES vor, am geringsten war er nach 4 Wochen.

Eine eindeutige Tendenz zur Druckerhöhung durch die ES konnten wir nur in den Fällen 3 und 4 beobachten. Überwiegend erhöhte Werte, die allerdings sehr schwanken, sind auch bei Kind 6 zu sehen. Nur einen von Null abweichenden Wert von 2,5 mmHg nach 12 Wochen ES konnte der Proband 5 aufweisen. Starke Druckschwankungen zwischen den Meßtagen mit einer Tendenz zur Drucksenkung stellten wir bei den Kindern 1 und 2 fest.

d) Rektumruhedruck (Tabelle 4):

Den im Durchschnitt höchsten Rektumruhedruck mit 12,1 mmHg besitzt der Patient 2 . Am geringsten war er bei Patient 6 mit 5,4 mmHg. In beiden Fällen wurde dieser Druck über alle Messungen verhältnismäßig konstant gehalten. Überwiegend konstant verhielten sich auch die Rektumruhedrucke bei den Kinder 1 und 4. Eine Tendenz zur Druckverminderung bezogen auf die Ausgangswerte bestand in den Fällen 3 und 5 .

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	5	0	5	5	2,5	5
2	5	2,5	0	5	0	0
3	0	0	0	2,5	2,5	3
4	0	0	1,5	0	3	5
5	0	0	0	2,5	0	0
6	1	5	2,5	5	1	4

Tabelle 3: Flasenruhedrucke (mmHg)

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	7,5	12,5	5	/	7,5	7,5
2	12,5	12,5	10	10	12,5	15
3	10	10	15	5	7,5	7
4	5	10	6	10	5	5
5	17	10	12,5	7,5	12,5	7,5
6	5	5	5	7,5	6,5	3,5

Tabelle 4: Rektumruhedrucke (mmHg)

e) Rektumaktivität (Tabelle 5):

Die Beurteilung der Rektumaktivität unterliegt einer subjektiven Einschätzung, die sich an der normalen Aktivität des Rektums orientiert. Aus diesem Grund erscheint es höchstens möglich, aus der Gesamtbetrachtung ein Urteil zu fällen. Es interessierten uns die durchschnittliche Aktivität bei jedem Kind sowie eine mögliche Tendenz zur Normalisierung.

4 Kinder haben eine insgesamt normale Aktivität. Zwei Patienten (5, 6) zeigen gehäuft eine erniedrigte Rektumaktivität. Eine zu Stimulationsbeginn normale Reaktion kann sich in pathologische Aktivitätsvarianten verwandeln (1, 4, 6). Die Beurteilung einer Normalisierungstendenz erscheint nicht möglich.

Beim Vergleich der Einzelmessungen von Rektumruhedruck und Rektumaktivität findet sich keine richtungsgebende Korrelation.

f) Elektromyogramm des analen Sphinkters (Tabelle 6):

Ebenfalls subjektiven Kriterien folgt die Beurteilung der EMG- Aktivität.

Überwiegend normal ist sie bei den Kindern 1 bis 4 . Die Kinder 5 und 6 besitzen hingegen eine Erniedrigung der Aktivität. Dieser Befund gleicht weitgehend dem Zustand der Rektumaktivität, d.h. bei einer normalen Rektumaktivität bestand meist auch ein normales EMG , erhöhte bzw. erniedrigte Rektumaktivität bedeutet auch eine Erhöhung bzw. Erniedrigung der Aktivität im EMG. Eine Einschätzung von Normalisierungstendenzen erscheint auch hier nicht möglich.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	normal	erniedrigt	normal	/	normal	normal
2	/	normal bis erhöht	normal	erniedrigt	erniedrigt	normal bis erhöht
3	erniedrigt	erhöht	normal	normal	normal	erniedrigt
4	normal	normal	normal	erhöht	normal bis erhöht	normal
5	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt	erhöht	normal
6	normal	normal	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt

Tabelle 5: Rektumaktivität.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	unregelmäßig	fast normal	/	/	normal	normal
2	regelmäßig - unregelmäßig	fast normal	fast normal	normal	/	schwache Aktivität
3	regelmäßig - unregelmäßig	schwache Aktivität	/	fast normal	normal	normal
4	unregelmäßig	fast normal	fast normal	/	normal	normal
5	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt	erniedrigt	erhöht	normal
6	/	gelichtet	gelichtet	gelichtet	normal	gelichtet

Tabelle 6: Defäkationsrate des Kindes im Alter.

g) Reflexe (Tabelle 7):

Betrachtet werden die Reflexe, die sich im EMG darstellen. Dies sind der Anocutan-, Bulbocavernosus- und Hustenreflex. Letzterer ist gleichzeitig als intraabdominale Druckerhöhung im Cystometrogramm sichtbar. Die Aufzeichnung im EMG diene auch als Ergänzung zu dem mit neurologischen Methoden gewonnenen Reflexstatus.

Von sechs Kindern ergab sich nur bei einem Kind (3) an mehr als einem Meßtag eine schwache bzw. abgeschwächte Reflexaktivität. Drei Kinder hatten an genau einem Meßtag eine Verminderung der Reflexaktivität aufzuweisen (1, 2, 5). Eine deutliche Reflexaktivität in allen Kontrollen besitzen die Probanden 4 und 6 .

Schwach war die Reflexantwort dreimal vor Beginn der ES, einmal (3) nach 4 Wochen und zweimal (2, 3) nach 20 Wochen. Bei zwei Kindern (1, 5), deren Aktivität wir vor der Elektrostimulation als schwach ansahen, ergab sich bei den folgenden Kontrollen stets eine deutlich sichtbare Reaktion.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	schwach	deutlich	/	/	deutl.	deutl.
2	deutl.	deutl.	deutl.	/	/	schwach
3	schwach	schwach	/	deutl.	deutl.	deutl. bis abgeschwächt
4	/	deutl.	deutl.	/	deutl.	deutl.
5	schwach	deutl.	deutl.	/	deutl.	deutl.
6	deutl.	/	deutl.	deutl.	deutl.	deutl.

Tabelle 7: Reflexe

h) Detrusorkontraktionen in Ruhe (Tabelle 8):

Ungehemmte Detrusorkontraktionen bestanden vor Beginn der ES bei den Kindern 1 und 5. Innerhalb der ersten 12 Wochen ES stellten wir bei diesen Kindern keine ungehemmten Detrusorkontraktionen mehr fest. Kind 5 zeigte nach 16 Wochen erneut ungehemmte Kontraktionen, die erheblich über dem ursprünglichen Betrag lagen. Außer den beiden oben genannten Kindern hatten nur noch Proband 6 vor Stimulationsbeginn eine gehemmte Detrusorkontraktionsfolge mit Amplituden von 5 mmHg aufzuweisen. Jedes Kind hatte an mindestens einem Kontrolltag keinerlei Detrusoraktivität. Sofern während der Stimulationsbehandlung Kontraktionen auftraten, lagen die Druckamplituden bei 3 Kindern (3, 4, 6) häufig in einem ähnlichen Niveau.

Mit Detrusorkontraktionen bei 5 Kindern nach 8 Wochen ES, war die durchschnittliche Aktivität an diesem Meßtag am höchsten. Besonders gering war sie nach 12 Wochen, als wir bei nur einem Kind (6) eine Reaktion des Detrusors bemerken konnten.

Eine Verlaufsinterpretation erscheint problematisch. Jedes Kind weist Aktivitätspausen auf, die unregelmäßig gestreut sind. Insgesamt sind 47 % der Einzelmessungen ohne Anzeichen einer Detrusoraktivität. Es ist fraglich, ob sich die Ausgangswerte nicht hätten auch ohne ES verändern können. Höchstens bei drei Kindern ist möglicherweise eine Tendenz sichtbar. Kind 1 erfährt im Verlauf der Therapie eine Abnahme in der Kontraktionsamplitude. Zunächst einen Abfall und dann wieder einen Anstieg sieht man beim Probanden 5. Abgesehen von den Aktivitätspausen ist der Druck, der durch die Detrusorkontraktionen hervorgerufen wird, bei Kind 6 relativ konstant.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	30	-	2,5	-	-	-
2	-	7	-	-	-	-
3	-	-	5	-	-	3
4	-	-	7,5	-	7	7,5
5	17	5	5	-	25	40
6	5	-	2,5-5	5	2,5-5	-

Tabelle 8: Detrusorcontraktionen in Ruhe (mHG).

i) Dauer der Detrusorreaktionen in Ruhe (Tabelle 9):

Wir erhielten Werte zwischen 4 und 16 sec. In drei Fällen (1, 2, 3) blieb die Kontraktionsdauer bei den Messungen nahezu konstant. Einmal (4) ergab sich eine Abnahme im Verlauf der ES und bei zwei Patienten (5, 6) sahen wir zunächst eine Abnahme, dann aber mit dem weiteren Fortschreiten der Behandlung wieder eine Zunahme der Kontraktionsdauer.

j) Frequenz der Detrusorkontraktionen in Ruhe (Tabelle 10):

Die Detrusorkontraktionen traten in der Mehrzahl in regelmäßigen Abständen auf, so daß es möglich war, eine Frequenz anzugeben. Vereinzelte Kontraktionen sind in der Tabelle ebenfalls vermerkt. Diese traten bei drei Kindern (3, 4, 5) auf. Zwei Patienten (1, 6) besitzen, trotz gelegentlichen Aktivitätspausen, mehrfach die gleiche Frequenz. Ein Frequenzabfall findet in den Fällen 3 und 6 statt. Zunächst einen Abfall, dann aber wieder einen Anstieg, verzeichneten wir zweimal (4, 5).

Zwischen der Amplitude der Detrusorkontraktionen, ihrer Dauer und Frequenz ergab sich kein Zusammenhang.

Pat.	vor Ekt.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	8	-	10	-	-	-
2	-	8	-	-	-	-
3	-	-	8	-	-	8
4	-	-	14	-	10	8
5	10	4	4	-	-	10
6	16	-	8	12	12	-

 Tabelle 9: Dauer der Detrusorkontraktionen in Ruhe (in Sekunden).

Pat.	vor Ekt.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	3	-	3	-	-	-
2	-	2	-	-	-	-
3	-	-	1	-	-	vereinzelte
4	-	-	5	-	vereinzelte	2
5	3	vereinzelte	vereinzelte	-	5	vereinzelte
6	3	-	3	3	1	-

 Tabelle 10: Frequenz der Detrusorkontraktionen in Ruhe (pro Minute).

k) Amplitude der Detrusorkontraktionen in der
Auffüllphase (Tabelle 11):

Palmtag (1977) bezeichnet diese als Detrusoreigenleistung und gibt einen Betrag von 17 bis 35 mmHg als urodynamischen Normbereich an. Vor Stimulationsbeginn wies ein Kind (5) den Wert 40 mmHg auf. Alle anderen Kinder lagen unterhalb der unteren Grenze der Norm. 4 Wochen ES bewirkten bei 5 Kindern (1 bis 5) eine Senkung der Druckamplituden. Falls man 15 mmHg noch als Erfolg wertet, dann haben dies nach 4 Wochen ES keines, nach 8 Wochen zwei (4,5), nach 12 Wochen drei (1,5,6), nach 16 Wochen zwei (2,5) und nach 20 Wochen wieder keines der Kinder erreicht.

Im Falle des Probanden 5 setzen sich die bereits in Ruhe gemessenen ungehemmten Detrusorkontraktionen bis in die Auffüllphase hinein fort. Verlängerung des ES über den für jede Person optimalen Wert hinaus, bedeutet außer in einem Fall (5) sofort wieder eine Verschlechterung der Druckleistung des Detrusors.

Von den sieben nach den oben genannten Kriterien als positiv bewerteten Ergebnissen, gehen drei einher mit einer Ruhe des Detrusors ohne Füllung, drei mit gehemmten Detrusorkontraktionen und eines mit ungehemmten Kontraktionen vor der Füllung. Es ist daher eine merkbliche Antwort des Detrusor auf die Füllung in drei Fällen (1,2,5) vorhanden. Patient 1 weist als einziger bei der ersten Messung eine Verminderung der Detrusoramplitude bei Füllung auf. Nach 4 Wochen ES reagieren die Kinder 2 und 5 nicht auf Füllung. In der achten bis zwölften Woche reagieren alle Probanden mit einer Druckerhöhung. Weitere 4 Wochen später ist dieser Effekt bei zwei Patienten (5,6) wieder verschwunden. Kind 5 hat auch noch in der 20. Woche die gleiche Detrusoramplitude in Ruhe und bei Füllung.

Insgesamt ist bei den Kindern 1, 3 und 4 durch die Behandlung überwiegend eine Druckerhöhung eingetreten. Ein Kind (2) hat eine Verminderung der Amplitude aufzuweisen und zwei Probanden (5,6) weisen sowohl Verminderungen als auch Erhöhungen auf.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. 10. 21.
1	10	6	5	30	11	10
2	12,5	7	10	10	20	3
3	5	2,5	12	4	7	9
4	3	7,5	15	7,5	3	12,5
5	40	5	15	20	25	40
6	6	3	3	15	2,5	2,5

Tabelle 11: Amplitude der Tetrausorcontraktionen in der Anfallsphase
(Maximalwert in mmHg).

1) Dauer der Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase
(Tabelle 12):

Es ergab sich in nahezu allen Fällen, bei denen wir in Ruhe eine Aktivität feststellen, in der Füllungsphase eine Verlängerung der Dauer der Detrusorkontraktionen. Die Kontraktionsdauer lag in einem Bereich von 8 bis 24 sec. Zwischen den einzelnen Messungen bestehen erhebliche Schwankungen ohne klare Tendenz. Normwerte bezüglich der Amplitude der Detrusorkontraktionen sind weder durch eine lange noch durch eine kurze Kontraktionsdauer ausgezeichnet.

m) Frequenz der Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase
(Tabelle 13):

Stellten wir in Ruhe mehrmals die gleiche Frequenz bei einer Person fest, so ergaben sich nun größere Schwankungen zwischen den einzelnen Meßtagen.

Im Vergleich mit den Ruhewerten sieht man jeweils in zwei Fällen eine Frequenzabnahme (5, 6), eine Zunahme (2, 3) und sowohl erhöhte als auch erniedrigte Werte (1, 4).

Ausgehend von der Frequenz der Detrusorkontraktionen vor Beginn der ES, ist in 4 Fällen (1 bis 4) überwiegend eine Zunahme und bei zwei Probanden (5, 6) eine Abnahme zu verzeichnen.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	?	20	10	14	20	5
2	10	?	15	3	10	?
3	12	?	24	13	?	?
4	15	10	16	8	16	?
5	10	10	16	10	?	?
6	16	12	15	10	3	14

Tabelle 12: Dauer der Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase
(in Sekunden).

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	/	1	3	2	4	3
2	2	/	5	4	5	/
3	/	/	3	/	/	/
4	3	?	4	6	2	/
5	3	/	/	/	/	/
6	2	3	2	3	1	?

Tabelle 13: Frequenz der Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase
(pro Minute).

n) Maximale Blasenkapazität (Tabelle 14):

Normale Kinder besitzen eine Blasenkapazität zwischen 150 und 450 ml. Bei unseren Patienten traten zum Teil erhebliche Schwankungen zwischen den einzelnen Messungen auf. Zwei Kinder (5,6) lagen mit 40 und 60 ml vor dem Beginn der Behandlung weit unterhalb des Üblichen. Die anderen Probanden besaßen Kapazitäten zwischen 150 und 250 ml.

Kind 1 und 6 erfahren durch die ES sowohl eine Erhöhung als auch eine Erniedrigung der Blasenkapazität. Eine überwiegende Erhöhung tritt bei den Patienten 2 und 5 auf. Die Kinder 3 und 4 haben zumeist eine Verminderung der ursprünglichen Blasenkapazität zu verzeichnen. Alle Patienten weisen am Meßtag, an dem ihre größte maximale Blasenkapazität erreicht wird, einen geringen Blasenruhedruck auf. In 5 Fällen erreicht er an diesem Tag den Betrag Null.

Die größte maximale Blasenkapazität wird erreicht: nach 4 Wochen ES einmal (1), nach 8 Wochen dreimal (2, 3, 6), nach 20 Wochen einmal (5). Bei Kind 4 erfolgt durch die Elektrotherapie keine Vergrößerung der Blasenkapazität. Ein minimales Fassungsvermögen der Blase kann nach jeder beliebigen Behandlungsdauer eintreten.

Ursprünglich in Bezug auf die Blasenkapazität normale Kinder unterliegen der Gefahr einer starken Reduktion ihrer Blasenkapazität. Jene, die eine zu geringe Kapazität anfangs besitzen, scheinen nach einer vorübergehenden Erhöhung der Blasenkapazität wieder zu einer Senkung des maximalen Füllungsvolumens zu tendieren.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat.
1	180	280	110	140	130	220
2	150	75	220	135	150	200
3	180	150	220	120	220	120
4	250	250	150	60	140	100
5	40	100	90	125	90	130
6	60	130	150	50	80	30

Tabelle 14: Maximale Plasmenkapazität (ml).

o) Ruhedruck bei maximaler Füllung (Tabelle 15):

Der Normwert des Ruhedrucks bei maximaler Füllung beträgt 15 bis 25 mmHg. Den genannten Betrag erreicht keiner unserer Probanden vor Beginn der ES. In drei Fällen (3, 4, 6) beträgt er 10 mmHg und in ebenfalls drei Fällen 5 mmHg.

Vier Kinder (1,2,4,5) haben nach 4 Wochen Therapie einen Zuwachs im Ruhedruck zu verzeichnen. In einer Beobachtung (3) bleibt er gleich und in einem Fall (6) sinkt er ab. In zwei Fällen (4,5) ergab sich ein Maximum nach 4 Wochen ES, zweimal (1,6) nach 8 und zweimal nach 20 Wochen.

23 % der Meßwerte befinden sich, während Kontrollen im Verlauf der Behandlung, im Normbereich. Senkungen des Ruhedrucks unter den ursprünglichen Wert vor Beginn der ES (3,4,6) sind gestreut über die ganze Stimulationsperiode.

Insgesamt findet sich in den Beobachtungen 1 und 2 eine Erhöhung des Ruhedrucks durch die ES . Vier Kinder (3,4,5,6) weisen sowohl erniedrigte als auch erhöhte Werte verglichen mit den Ausgangsdaten auf. Die größten Druckschwankungen zwischen den Einzelwerten sind bei Kind 5 zu sehen. In vier Fällen ist keine klare Tendenz zu beobachten.

Eine synerge Entwicklung von maximalen Ruhedrucken und Druckamplituden hervorgerufen durch Detrusorkontraktionen ergab sich, was die Normwerte der maximalen Ruhedrucke betrifft, nur in 2,7 % der Meßwerte. Es traten also immer gerade dann geringe Detrusoramplituden auf, wenn der Blasenruhedruck relativ hoch lag. Dieser Umstand macht sich in den Beträgen des maximalen Blasendrucks bemerkbar.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	5	19	23	10	17,5	17,5
2	5	17,5	27,5	12,5	12,5	35
3	10	10	10	7,5	3	12
4	10	45	10	2,5	14	5
5	5	32,5	5	20	5	22,5
6	10	6,5	15	14,5	6	5

 Tabelle 15: Ruhedruck bei maximaler Füllung (mmHg).

o) Maximale Blasendruck (Tabelle 16):

Normwerte sind nach Palmtag (1977) zwischen 45 und 65 mmHg gelegen. Zwei Kinder erreichen den Normbereich mit Werten von 45 mmHg. In einem Fall (5) zu Beginn der ES und im anderen Fall (4) nach 4 Wochen ES. Den geringsten Druck registrierten wir nach 12 Wochen Therapie bei Kind 4 mit 2,5 mmHg.

Maximale Drucke lagen vor: einmal (5) vor Beginn der ES, einmal nach 4 Wochen (4), 12 (6) und 16 (2) Wochen, sowie zweimal (1,3) nach 20 Wochen. Eine Steigerung um das Vierfache der Ausgangswerte konnte in zwei Fällen (2,3) erzielt werden.

Zwei Kinder (1,2) weisen eine dauerhafte Erhöhung des maximalen Blasendrucks durch die ES auf. Weitere zwei Patienten (4,6) zeigen sowohl einen Anstieg als auch einen Abfall innerhalb des Behandlungsverlaufs, wobei die Werte nach 20 ES unterhalb denen des Therapiebeginns liegen. Ein Proband (5) erfuhr eine dauerhafte Senkung bezogen auf den Ausgangsdruck, hatte aber dennoch den höchsten maximalen Blasendruck von allen Kindern. Kind (3), dessen maximaler Blasendruck insgesamt am geringsten ist, besitzt bis zur 16. Woche einen konstanten Druck von 10 mmHg und verdoppelt diesen in den letzten 4 Wochen ES.

Der durchschnittlich höchste maximale Blasendruck stellt sich bereits nach 4 Wochen Elektrotherapie ein.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	7,5	27	20	17	17,5	27,5
2	10	27,5	27,5	25,5	40	35
3	10	10	10	10	10	21
4	10	45	25	2,5	14	15
5	45	32,5	22,5	40	35	30
6	16	14,5	23	29,5	8,5	7,5

Tabelle 16: Maximaler Blasendruck (mmHg).

p) Compliance (Tabelle 17):

Drei Kinder (1,2,4) zeigen eine dauerhafte Tonisierung der Blase. Dabei vermindert sich bei zwei Kindern (1,2) die Compliance in allen Kontrollen auf weniger als die Hälfte des Ausgangswertes. Der Patient 4 weist zwar ebenfalls eine Tonisierung auf, doch liegt die Compliance nach 12 und 20 Wochen ES nahe dem Ausgangswert. In einem Fall (5) ist ausschließlich eine Zunahme feststellbar, doch ist diese, wie auch die Schwankungen zwischen den einzelnen Meßwerten, relativ gering. Bei zwei Kindern (3,6) kommt es sowohl zu einer Zunahme als auch einer Abnahme der Tonisierung im Behandlungsverlauf. Die Erhöhung der Compliance ist bei beiden nach 4 Wochen ES am größten.

q) Blasendruck bei manueller Expression (Tabelle 18):

Durch die Therapie kommt es in zwei Fällen (1,2) zu einer Erhöhung des Blasendruckes bei Expression, d.h. der Ausgangswiderstand nimmt zu. Dieser Effekt ist nach 8 Wochen bei beiden Kindern und im Falle des Kindes 2 auch noch nach 12 Wochen mit einem identischen Wert am größten. In einer Beobachtung (3) ist der Entleerungswiderstand schon nach 4 Wochen ES abgesunken und bleibt im folgenden dauerhaft erniedrigt. Zwei Kinder (4,5) besitzen Werte, die im Betrag über und unter dem Ausgangswert liegen, wobei die Erhöhung dominiert.

Hohe Meßwerte überwiegen bei allen Kindern in den ersten 12 Wochen Stimulation. Nach 16 Wochen ist der durchschnittlich gemessene Druck am geringsten.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	24	10,5	5,5	8,2	7,4	8
2	15	3,7	8,1	5,4	3,7	5,7
3	28	40	29	26,5	35	11
4	25	5,5	6	20	9,3	20
5	1	3	5	3	2,3	4,3
6	6	17,3	10	3,4	13,3	6

Tabelle 17: Compliance (ml / mmHg).

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	10	10	50	40	20	40
2	/	10	50	50	20	/
3	50	15	10	10	10	20
4	10	15	5	30	10	/
5	13	50	35	15	10	/
6	/	/	/	/	/	/

Tabelle 18: Blasendruck bei manueller Expression (mmHg).

r) Harndranggefühl (Tabelle 19):

Wir orientierten uns über das Blasengefühl zunächst durch eine Befragung der Mütter und versuchten dann diese Angaben während den von uns durchgeführten Cystometrien zu objektivieren. Dabei gelangten wir zu teilweise unterschiedlichen Ergebnissen. Als Blasengefühl wurden auch modifizierte Formen wie z.B. Kribbeln, Völlegefühl oder allgemeines Druckgefühl zugelassen.

Bei einem Kind (3) stellten wir von Beginn der Messungen an ein eindeutig positives Blasengefühl fest, das auch bei allen folgenden Kontrollen gefunden werden konnte. Zwei Patienten (2,6) fehlte jegliche Sensibilität und in drei Fällen (1,4,5) war das Ergebnis unsicher.

Nach einem Monat Stimulation fand sich bei vier Kindern (1,2,3,6) ein positives und bei zwei Kindern (4,5) ein unsicheres Ergebnis. 20 Wochen ES brachten drei positive (1,2,3), zwei negative (5,6) Befunde und ein (4) unsicheres Resultat.

Kind 3, welches stets ein Blasengefühl hatte, wurde mit Sicherheit durch die Stimulation nicht in dieser Beziehung beeinflusst. Ebenso Kind 4, das stets einen unsicheren Befund aufweist. Das Kind 6 besitzt außer einem positiven Gefühl nach 4 Wochen ES sonst keinerlei Hinweise auf die Entwicklung eines Blasengefühls. In einem Fall (1) fehlen, durch die anfängliche Unsicherheit in der Beurteilung, die Voraussetzungen für eine definitive Feststellung einer Veränderung. Nur bei Kind 2 sprechen die Ergebnisse für die Entwicklung eines Blasengefühls. Erstaunlich ist allerdings, daß wir bei diesem Kind nach 16 Wochen ES kein Harndranggefühl finden konnten. Patient 5 hat bezüglich des Blasengefühls keinen Therapieerfolg zu verzeichnen.

Pat.	vor Est.	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	(+)	+	-	+	+	+
2	-	+	+	+	-	+
3	+	+	+	+	+	+
4	?	?	?	?	?	?
5	?	-	-	-	-	-
6	-	(+)	-	-	-	-

Tabella 12: Harndranggefühl bzw. Druckgefühl oder Krabbeln
(+ bedeutet ja, - bedeutet nein).

s) Harndranggefühl in Relation zum intravesikalen Druck und Volumen (Tabelle 20):

Alle Kinder (1,2,3), die mehr als einmal ein positives Blasengefühl aufweisen, haben gemeinsam, daß sie dies bei einem für jedes Kind nur gering differierenden intravesikalen Druck tun. Der durchschnittliche Druckunterschied beträgt dabei, betrachtet man die Einzelmessungen bei jedem Kind, 2,2 mmHg. Im einzelnen betragen die Drucke: Kind 1 (10 bis 12,5) mmHg; Kind 2 (10 bis 17,5) mmHg; Kind 3 (5 bis 10) mmHg.

Die Volumina, bei denen sich ein Blasengefühl registrieren ließ, bewegen sich zwischen 60 und 250 ml. Schwankungen um nahezu den dreifachen Wert sind zwischen den einzelnen Messungen feststellbar. Die Volumina betragen: Kind 1 (70 bis 200) ml; Kind 2 (60 bis 130) ml; Kind 3 (60 bis 250) ml.

t) Flowvolumen (Tabelle 21):

4 Wochen ES bringen in drei Fällen (1, 5, 6) eine Zunahme und in ebenfalls drei Fällen eine Abnahme des Flowvolumens. Dieses Verhältnis von Abnahme und Zunahme ist, stets bezogen auf die Ausgangsdaten, auch nach 8, 16 und 20 Wochen feststellbar. Während der Kontrolle nach 12 Wochen hat sich der Flow bei 4 Kindern (1,3, 4, 6) verschlechtert, bei einem Kind (2) gebessert und ebenfalls bei einem Kind (4) ist er gleichgeblieben.

Patient 4 hat ein dauerhaft gesenktes Flowvolumen zwischen der 4. und 20. Woche ES. Alle übrigen Kinder besitzen unregelmäßige Zu- oder Abnahmen an den verschiedenen Meßtagen. Die maximale durch die ES erzielte Flowvolumenerhöhung beträgt 80 ml. 43 % der Meßwerte liegen höher als die Ausgangswerte.

Pat.	vor Est		nach 1.		2.		3.			4.			5. Monat					
1	+	180	-	+	150	10	-	-	+	70	-	+	120	13	+	200	12,5	
2	-	-	12	+	60	17,5	+	130	15	+	120	10	-	-	+	100	10	
3	+	190	10	+	250	7,5	+	-	7,5	+	150	5	+	150	7,5	+	60	8
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	+	-	-	?	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	130	15,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 20: Harndranggefühl in Relation zu intravesioalem Druck (mmHg) und Volumen (ml).

Pat.	vor Est		nach 1.		2.		3.		4.		5. Monat	
1		170		250		100		110		160		200
2		130		120		210		170		150		170
3		180		150		220		120		220		120
4		/		180		150		40		100		100
5		30		70		20		30		60		50
6		/		/		100		20		/		/

Tabelle 21: Flowvolumen (ml).

u) Vesikourethraler Druck (maximaler Urethraldruck)
(Tabelle 22):

Verglichen mit den Werten vor Beginn der ES, stellen wir eine Zunahme des maximalen Urethraldruckes bei den Kindern 2 und 5 fest. Die Kinder 3, 4 und 5 weisen eine Abnahme des Urethraldruckes während allen Kontrollen und das Kind 1 an 4 von 5 Kontrolltagen auf.

Den im Durchschnitt von allen Kindern niedrigsten Druck mit 10 mmHg besitzt die Patientin 4 . Am höchsten war er bei Kind 1 mit 19,2 mmHg, gefolgt von Kind 2 mit 18,8 mmHg und Kind 3 mit 18,3 mmHg.

Minimale Druckwerte sind bei allen Patienten erst nach der 12. Stimulationswoche festzustellen, während bis zur zwölften Woche alle Maxima gelegen sind. Ob es zu einer Abnahme oder einer Zunahme des maximalen Urethraldruckes kommt, ist für alle Kinder schon nach 4 Wochen ES in der Tendenz erkennbar.

Pat.	vor Est	nach 1.	2.	3.	4.	5. Monat
1	25	17	18	30	10	15
2	15	22	23	20	13	20
3	22	20	20	11	20	17
4	12,5	12	/	8	/	10
5	27	/	12,5	10	10	/
6	7,5	12,5	18	15	18	11

Tabella 22: Vesicourethraler Druck (maximaler Urethraldruck in mmHg).

DISKUSSION

Die Chance eines mit einer Meningomyelocele geborenen Kindes eine geordnete Blasenfunktion zu entwickeln, wird in der Literatur sehr unterschiedlich eingeschätzt. Zahlen zwischen 7 % und 50 % sind im Gespräch (Brereton et al., 1977). Entwicklung einer Kontinenz noch nach dem fünften Lebensjahr ist möglich. Es wird ein Fall erwähnt, in dem sich erst im 18. Lebensjahr eine Kontinenz abzeichnete. Katona (1975) schreibt, daß auch Kinder, die keine Elektrotherapie erhalten haben, in der Lage seien eine " sensorische Reaktion " allmählich aufzubauen, obwohl sie zuvor nie eine Miktionskontrolle oder wenigstens ein Bedürfnis nach Entleerung hatten. Mehrfache cystometrische Messungen ergeben beim gleichen Patienten im Verlauf des Wachstums unterschiedliche Werte (Holschneider et al., 1979). Es ist daher anzunehmen, daß ein unbestimmter Anteil von Kindern, die nicht stimuliert wurden, auch ohne Therapie einer positiven Entwicklung bezüglich der Blasenfunktion unterliegen kann. Durch eine Selektion an Hand einer speziellen Indikationsstellung und die Beschränkung auf die Behandlung von Kindern, die nur eine inkomplette Läsion aufweisen (Seifert, 1978 a + b; Madersbacher, 1978), ist dieser Anteil sicherlich noch höher.

Betrachtet man nun die unterschiedlichen Ansprüche an eine erfolgreiche intravesicale Elektrotherapie, wie sie in der Literatur angegeben sind, so ergibt sich die Notwendigkeit, die Erfolge differenzierter darzustellen.

Bei Verwendung klinischer Kriterien von verschiedenen Autoren, erhalten wir am letzten Kontrolltag eine Erfolgs-

quote zwischen 17 % (Kriterien von Berger, Berger und Genton, 1978) und 67 % (Kriterien von Seifert, 1978 a + b).

Dies unterstreicht die Tatsache, daß eine Vergleichbarkeit der Werte in der Literatur nicht besteht.

Dort werden Erfolgsquoten zwischen 0 % (Katona und Eckstein, 1974; Nicholas und Eckstein, 1975; Klimes, 1978) und 70 % (Seifert, 1978 a + b) bzw. 71 % (Katona, 1975) beschrieben.

In den Kriterien von Berger, Berger und Genton (1978) sind wichtige Ziele einer erfolgreichen Behandlung wie soziale Kontinenz und Restharnfreiheit, als Ausdruck einer protektiven Funktion auf den Harntrakt, am ehesten berücksichtigt, so daß wir von einer Erfolgsquote von 17 % am letzten Kontrolltag ausgehen. Als Mißerfolg ist danach eine Therapie zu betrachten, wenn die Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie zunimmt. Dies drückt sich unter anderem in einer Zunahme des Restharnvolumens aus. Hierbei wird sichtbar, daß eine Zunahme in der Trockenheitsperiode in einem Fall einher geht mit einer Zunahme des Restharnvolumens. Autoren, die das Restharnvolumen in der Beurteilung des Erfolgs nicht hinzuziehen, entgeht somit, daß bei dieser Konstellation eine Verschlechterung eingetreten ist. Vorausgesetzt, man betrachtet die Restharnfreiheit wegen der erwähnten schützenden Funktion für bedeutsamer als das Erreichen einer sozialen Kontinenz. Wie unsere Ergebnisse zeigen, bedeutet eine Miktions im Strahl nicht, daß die Entleerung restharnfrei erfolgt. Man kann also diese beiden Kriterien nicht gegeneinander austauschen. Unsere Mißerfolgsquote liegt demnach, rechnet man noch das Kind, dessen Trockenheitsperiode verringert wurde und keine wesentliche Verbesserung in Bezug auf das Restharnvolumen aufwies, bei 34 %.

Wenn der Restharn einmal verschwindet, so tut er dies nach Berger, Berger und Genton (1978) endgültig. Wir können das nicht bestätigen. Bei uns zeichnete sich das Restharnvolumen gerade durch Schwankungen zwischen hohen und niedrigen Werten aus. Nie konnte ein Wert, der einmal Null betrug, auch in der nächsten Kontrolle erneut festgestellt werden. Kontinuierliche Entwicklungen sind eine Rarität. Dies führt dazu, daß wir zwar in der 8. und 20. Woche einen Erfolg von 17 % haben, ansonsten die Quote aber 0 % beträgt. Dabei blieb die Trockenheitsperiode bei diesem Kind zwischen der 8. und 20. Woche nahezu unverändert, so daß es nicht sinnvoll war, länger als 8 Wochen zu stimulieren. Wegen der starken Schwankungen im Restharnvolumen ist es kaum vorhersehbar, wie lange man die Kinder, betrachtet man diesen Punkt isoliert, stimulieren sollte.

Katona (1975) gibt für seine erfolgreich behandelten Kinder die Restitution eines normalen Detrusor-tonus an. Nicholas und Eckstein (1975) als auch Schwock et al. (1976) konnten keine Veränderung der Detrusorreaktion während cystometrischen Kontrollen feststellen. Berger, Berger und Genton (1978) sowie Madersbacher (1978) bemerkten jedoch Änderungen in der Detrusorfunktion. Berger, Berger und Genton (1978) fanden eine therapiebedingte Modifikation sowohl von atonischen Blasen, die sich in hypo- oder normotone Blasen verwandelten, als auch die umgekehrte Entwicklung von einer Hypertonie zu einer Normotonie. Extreme Veränderungen, wie etwa die Verwandlung von Atonie in Hypertonie bzw. umgekehrt, konnten nicht gesehen werden. Madersbacher (1978) beschreibt eine Kräftigung schwacher Detrusorkontraktionen und

eine Dämpfung hyperaktiver Blasen. Die Detrusor-funktion wurde von uns bewertet aus der Amplitude der Detrusorkontraktionen, ihrer Dauer und Frequenz und zwar mit und ohne Füllung der Blase.

Außerdem zogen wir noch die Ruhedrucke der Blase im gefüllten und leeren Zustand zur Beurteilung heran. Beide oben genannten Autoren konstatieren eine Tendenz, nach der pathologische Meßwerte in Richtung Normbereich verschoben werden.

Was den Blasenruhedruck ohne Füllung betrifft, so trifft dies auf 50 % unserer Kinder zu. Ebenfalls 50 % entfernen sich vom Normbereich oder bleiben unverändert. Nimmt man die Blasenruhedrucke bei maximaler Füllung, dann ergibt sich eine Entwicklung, die eine Normalisierung andeutet, in 34 % der Fälle. Im übrigen sind starke Schwankungen und negativ zu bewertende Veränderungen, stets gemessen an der Norm, festzustellen. Außerdem haben die bezüglich des Blasenruhedruckes bei Füllung positiv einzuschätzenden Fälle eine negative Entwicklung, wenn man den Ruhedruck ohne Füllung betrachtet. Es besteht also in diesem Punkt keine generelle Normalisierungstendenz.

Für die Detrusorkontraktionen in Ruhe gilt, daß auftretende gehemmte Kontraktionen im gesamten Therapieverlauf nur minimale Veränderungen aufweisen und man daher nicht von einer Erhöhung oder Senkung der Amplitude sprechen kann. Beide Kinder, die vor Behandlungsbeginn ungehemmte Detrusorkontraktionen hatten, erfahren zunächst eine Dämpfung der Kontraktionsamplitude, welche allderdings bei einem Kind nach der 16. Behandlungswoche wieder übergeht in eine Amplitudenerhöhung, die über dem Ausgangswert lag. In der Beurteilung der Detrusorkontraktionen in der Auffüllphase ist zu bemerken, daß beide Kinder, die vor Behand-

lungsbeginn ungehemmte Kontraktionen aufweisen, diese in die Füllungsphase hinein fortsetzen. Die in der Füllungsphase auftretenden Kontraktionen sind daher nicht als eine funktionell erwünschte Antwort des Detrusors auf ein zunehmendes Volumen zu sehen. Von einer Kräftigung zu schwacher Kontraktionen kann man nicht sprechen. Zwar treten sporadisch Erhöhungen der Amplitude auf, doch sind dann wieder bei ein und derselben Person teilweise erhebliche Senkungen dieses Parameters sichtbar. Eine Normalisierung ist bei keinem der Kinder eingetreten.

Ruhedruck bei maximaler Füllung und Detrusorkontraktionen in der Füllungsphase beeinflussen die Höhe des maximalen Blasendruckes. 34 % unserer Kinder weisen eine Zunahme des maximalen Blasendruckes auf. Der Normbereich wird jedoch dadurch nicht erreicht. Meist sind die Amplituden der Detrusorkontraktionen gerade dann besonders niedrig, wenn der Druckbeitrag, der durch den Ruhedruck bei Füllung zum Ausdruck kommt, besonders hoch ist, so daß insgesamt stets ein geringer maximaler Blasendruck daraus resultiert.

Neben der Druckentwicklung des Detrusors ist ein weiterer Aspekt der Detrusorfunktion die Häufigkeit und die Dauer, mit der diese erfolgt. Beide Kriterien sind nicht sicher vergleichbar, da neben regelmäßigen Kontraktionen, für die sich eine Frequenz angeben läßt, auch unregelmäßige Kontraktionen auftraten. Andererseits war die Dauer, auch am gleichen Meßtag bestimmt, nicht immer gleich lang. Betrachtet man die Detrusoraktivität ohne Füllung, dann sind Aktivitätspausen d.h. Kontrolltage ohne Aktivität, bei allen Kindern über den gesamten Therapiezeitraum gestreut. Eine eindeutige

Tendenz in Bezug auf Frequenz und Dauer der Kontraktionen ist weder ohne noch mit Füllung feststellbar. Ein Prinzip - Aktivitätserhöhung bei niedriger ursprünglicher Aktivität und Aktivitätserniedrigung bei einer vor Beginn der ES zu hohen Aktivität - können wir nicht erkennen.

Im Vergleich von klinischem Erfolg und Veränderung der Detrusorfunktion ergibt sich für die beiden Kinder, welche einen höheren maximalen Blasendruck durch die ES erzielen, keine Verbesserung in ihrer Blasensituation. Eine geringfügige Erhöhung der Trockenheitsperiode bei einem Kind und ein Gleichbleiben bei dem anderen Kind geht in beiden Fällen einher mit einer Erhöhung des Restharnvolumens. Gleichzeitig stellte sich eine Erhöhung des Blasendruckes bei Expression ein, der zusammen mit der Erhöhung des Restharnvolumens als eine Zunahme des Blasenausgangswiderstandes interpretiert wird. Das Kind, welches nach unseren Beobachtungen zumindest zeitweilig eine klinisch beurteilte positive Entwicklung zeigt, besitzt nach Therapieende Blasendruckparameter, die nicht normalisiert sind. Zwar haben sich die Detrusorkontraktionen bezüglich der Amplitude in der Füllungsphase nach 8 und 20 Wochen verstärkt, doch ist insgesamt der Ruhedruck in der Füllungsphase abgesunken. Bemerkenswert ist jedoch, daß an den beiden genannten Kontrolltagen verstärkte Detrusorkontraktionen einher gehen mit einem Restharnvolumen von Null und einem geringen Blasendruck bei Expression. Dies läßt, zusammen mit anderen Parametern, welche noch im Zusammenhang mit der Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie diskutiert werden, auf eine günstige Situation am Blasenauslaß schließen. Nicht geklärt ist jedoch das Verschwinden dieser positiven Entleerungssituation zwischen der 8. und 20. Woche.

Schwock et al. (1976) konnten in Versuchen keine Veränderungen in der maximalen Blasenkapazität feststellen. Wir fanden sowohl Erhöhungen als auch Senkungen der maximalen Blasenkapazität unabhängig von der Höhe des Ausgangswertes. Das Kind, welches in seinem klinisch beurteilten Miktions- und Kontinenzstatus am besten abschnitt, erfuhr eine unerwünschte Verminderung der maximalen Blasenkapazität.

Die Möglichkeit, bei ursprünglich zu kleiner Blasenkapazität durch die Elektrotherapie eine Vergrößerung der Kapazität herbeizuführen, erscheint gering. Nicht zu unterschätzen ist jedoch die Gefahr einer Verminderung der Blasenkapazität. Dies gilt nicht nur für Blasen, die vor Behandlungsbeginn eine zu große Blasenkapazität besaßen, sondern auch für jene, deren Kapazität zu gering war. Erwünschte Kapazitätserhöhungen sind nicht von Dauer.

Zur Compliance finden sich in der Literatur keine Angaben. Gerade hier zeichnen sich jedoch nach unseren Beobachtungen die Wirkungen der ES relativ deutlich ab. 3 Kinder erfuhren eine Tonisierung. 2 Kinder weisen zum Teil erhebliche Schwankungen auf und ein Kind hatte nur minimale Veränderungen. Bei diesem Kind hatten wir eingangs die ES wegen erheblicher Zunahme des Restharns als Mißerfolg bezeichnet. Es ist bislang nicht zu entscheiden, ob man die Möglichkeit einer Tonisierung der Blase als ein Kriterium der Reaktionsfähigkeit auf ES werten kann. Wäre dies so, dann ist die Reaktionsfähigkeit des Detrusors in unseren Versuchen schon nach 4 Wochen ES durch eine quantitative Betrachtung der Tonusschwankungen zu ersehen. Die Modifikation in der Tonisierung des Detrusors sprechen, folgt man den Vorstellungen von Tang und Ruch (1955) , welche eine nicht- neurogene Natur des Blasentonus beinhalten, eher für eine myotope denn eine neurotope Wirkung der ES .

Beim Versuch das anamnestisch eruierte Blasengefühl zu objektivieren, stellten wir einen Unterschied zwischen den Angaben der Mütter und unseren eigenen Beobachtungen während den cystometrischen Kontrollen fest. Dabei ergab sich sowohl die Konstellation, daß die Mütter ein Blasengefühl bemerkt hatten und wir nicht, als auch die umgekehrte Situation. Die anamnestisch in 67 % der Fälle erzielte Verbesserung des Blasengefühls, konnte nur bei 17 % unserer Kinder auch in den cystometrischen Kontrollen eine Bestätigung finden. Eine ähnliche Beobachtung machen Nicholas und Eckstein (1975). Auch sie fanden, daß einige Eltern glaubten, ihre Kinder hätten nun mehr Blasengefühl als ohne ES. Bei der cystometrischen Überprüfung konnte jedoch - nicht einmal durch Überdehnung der Blase - ein Völlegefühl ermittelt werden. Es ist daher nicht auszuschließen, daß psychogene Erwartungshaltungen der Mütter in Bezug auf den Therapieerfolg die Anamnese beeinflussen. Gleiches dürfte für den anamnestisch gewonnenen Parameter " Trockenheitsperiode " gelten. Wenn wir ein Blasengefühl feststellten und die Mütter nicht, so kann dies an der größeren Füllungsgeschwindigkeit unter artifiziellen Bedingungen liegen, welche zu einem früheren und stärkeren Gefühl des Vollseins der Blase führt (Leek, 1972).

Nach Berger, Berger und Genton (1978) entsteht ein Blasengefühl bereits bevor die Blase voll oder überdehnt ist. Die Relation von maximalem Blasenvolumen und Druck zu den Werten, bei denen ein Blasengefühl in Erscheinung trat, ergab auch bei uns eine Bestätigung dieser Auffassung.

Katona (1975) zur Folge, entwickelt sich sowohl das Blasengefühl als auch die Veränderung des Detrusorverhaltens in bestimmten Phasen. Dabei geht der anfangs nur während der ES empfundene Harndrang in ein spontanes

Blasengefühl, welches mit gleichzeitigen Detrusor-
kontraktionen verbunden ist, über. Im folgenden sind
die Patienten in der Lage, sowohl das während der ES
als auch das spontan entstandene Blasengefühl zu
unterdrücken. Schwock et al. (1975) konnten aus-
schließlich während der ES eine Art Blasengefühl
registrieren. Bedenkt man den Umstand, daß bei den
eingangs geschilderten anderen Formen der ES Schmer-
zen ein ganz normales Phänomen sind, dann sind auch
die Sensationen während der intravesicalen ES wie
Brennen, unangenehmes Gefühl und Schmerz (Katona und
Eckstein, 1974) keine Überraschung. Die Identifi-
kation dieser Reizqualitäten als Harndranggefühl ist
danach nur noch eine Frage der Einübung. Eine senso-
rimotorische Reaktion, wie sie Katona genannt hat,
d.h. der parallele Verlauf von sensorischer und mo-
torischer Entwicklung, ist bei uns nicht sichtbar.
Nicht dasjenige Kind, bei dem wir das stärkste Harn-
dranggefühl während unseren cystometrischen Kontrollen
fanden, hatte auch sonst die besten klinischen Para-
meter, sondern jenes, mit einem stets unsicheren Harn-
dranggefühl in den cystometrischen Kontrollen. Unklar
ist, weshalb in zwei Beobachtungen an jeweils einem
Meßtag kein Blasengefühl während der Cystometrie erfaßt
werden konnte, obwohl die übrigen Kontrollen immer
eines erbrachten. Daher kann auch nicht sicher gesagt
werden, ob sich tatsächlich ein Blasengefühl bei einem
dieser beiden Kinder entwickelt hat, oder ob nicht andere
Gründe dazu führen, daß ab und zu kein Blasengefühl zu
beobachten war. Denkbar ist zum Beispiel eine mangelnde
Konzentration des Kindes auf ein schwaches Blasenge-
fühl im Rahmen der Untersuchungssituation. Überhaupt
scheint dieser Parameter stark von zentralnervösen Ein-
flüssen abhängig zu sein.

Eine andere Situation ergibt sich, wenn man das Blasen-

gefühl nicht mit den klinischen, sondern mit den cystometrisch gefundenen Parametern vergleicht. Zwei Kinder, die eventuell für die Entstehung eines Blasengefühls in Frage kommen, weisen auch sonst eine gute Antwort des Detrusors auf die ES auf. Sie zeigten die deutlichste Erhöhung des maximalen Blasendruckes und im Detrusortonus. Diese Parameter können nach Leek (1972) das Blasengefühl beeinflussen. Dennoch bleibt unklar, weshalb sich an je einem Kontrolltag bei jedem Patienten kein Blasengefühl ergab, obwohl sich die Parameter " maximaler Blasendruck " und " Detrusortonus " im Sinne einer Verstärkung des Blasengefühls verschoben hatten. Schwock et al. (1976) fanden eine Abnahme des Blasenaußwiderstandes bei ihren Patienten. Dieser kann in unseren Untersuchungen zusammen mit dem Problem der Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie aus dem Restharnvolumen, dem vesico- urethralen Druckprofil sowie der Reflexaktivität des M. sphinkter ani bzw. M. sphinkter vesicae externus im EMG indirekt erschlossen werden. Eine Besserung in einer Mehrzahl der Kontrollen weist ein Patient (17 %) auf, während sich in zwei Fällen (34 %) die Situation am Blasenaußwiderstand verschlechterte. Beide Kinder hatten eine Verlängerung der Trockenperiode zu verzeichnen, so daß wir von einer Pseudokontinenz ausgehen, welche durch den erhöhten Blasenaußwiderstand entstanden ist. In einem Fall ist eine Entscheidung nicht möglich, weil sich die Frage stellt, ob nicht die Restharnverminderung auf eine starke Reduktion der Blasenkapazität eher zurückzuführen ist als auf eine Verringerung des Blasenaußwiderstandes. Zwei Kinder (34 %) besitzen keine eindeutigen Veränderungen. Klimes (1979) beschrieb ebenfalls in seinem Experimenten die Entstehung einer Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie mit einer Vermehrung des Restharnvolumens, welche sich bei 34 % seiner Patienten

einstellte. Nicht auszuschließen ist ein therapeutischer Einfluß durch die tägliche Katheterisierung. Nicholas und Eckstein (1975) gehen von der Möglichkeit einer Verminderung des Restharnvolumens durch das Katheterisieren bei " aktiven " Sphinktern aus. Es wird ein Fall geschildert, bei dem sich die Entleerungssituation allein durch tägliches Katheterisieren wesentlich verbesserte, ohne daß eine normalisierte Detrusorreaktion festzustellen gewesen wäre. Auch wir haben den Eindruck, daß im Falle unseres klinisch betrachtet gebesserten Kindes, die Situation am Blasenaußlaß eine bedeutendere Rolle gespielt hat, als das Verhalten des Detrusors.

In Kürze noch einige Anmerkungen zu den Versuchen Katonas, eine physiologische Basis für die Wirkung der intravesicalen ES zu finden.

Nach Katona (1976) sind die Rezeptoren in der Blase hyperpolarisiert. Bei chronischer Denervierung erfolgt nach Goto et al. (1978) , betrachtet man die glatte Muskulatur, eine Empfindlichkeitssteigerung gegenüber depolarisierenden Agonisten und keine Hyperpolarisation. Als depolarisierender Agonist dient nach Prosser (1971) die Dehnung der Blase. Leek (1972) folgend, beeinflußt die Aktivität der glatten Muskulatur diejenige der Blasendehnungsrezeptoren. Aus diesem Zusammenhang ist eine indirekte Empfindlichkeitssteigerung der Blasenrezeptoren ableitbar.

Palmtag (1978) merkt an, daß zahlreiche Menschen mit einer normalen Miktion keine Detrusorkontraktionen während der Entleerung aufweisen. Bors und Comarr (1972) finden bei Conus- und Cauda- equina Läsionen eine Miktion, die ausschließlich auf einer Erhöhung des Abdominaldruckes basiert. Daraus ergeben sich Zweifel an der prinzipiellen Notwendigkeit von Detrusorkontraktionen für eine ausreichende Miktion. Auch unsere Ergebnisse zeigen, daß eine

Miktion im Strahl ohne normale Detrusorparameter möglich ist. Dies bestätigt nochmals die Bedeutung der Detrusor- Sphinkter- Dyssynergie gegenüber dem Verhalten des Detrusors.

Im Zentrum von Katonas physiologischen Betrachtungen steht die Afferentation der Blase. Versuche mit Xylocain sollen die Wirkung der ES auf nervale Rezeptorstrukturen beweisen. Dabei erfolgte durch das Einbringen von Xylocain in die Blase eine Erhöhung der Rheobase , welche für die Auslösung einer deutlichen Reizantwort des Detrusors notwendig war. Nach Wellhörner(1976) wirkt jedoch Xylocain nicht nur am Nerven, sondern auch an der glatten Muskulatur. Lokalanästhetika blockieren nicht selektiv die sensiblen Nerven. Motorische Nerven können ebenfalls blockiert werden (Kuschinsky, 1974). Zuerst fallen die dicken und dann die dünnen Fasern aus. Kunz (1965) folgend, bestehen die Afferenzen vorwiegend aus myelinisierten dicken Fasern. Eine Hemmung der Erregungsleitung würde daher verhältnismäßig spät eintreten. Vegetative parasymphatische Ganglien lassen sich durch geringere Dosierungen von Lokalanaesthetica blockieren als symphatische Ganglien (Dittmann und Zipf, 1973). Das bedeutet, daß die fördernde parasymphatische Wirkung auf den Detrusor relativ früh sistiert. Wegen den zahlreichen ungelösten Problemen in der Blasenphysiologie und der Schwierigkeit für alle Strukturen, die eine Wirkung auf die Blasenmotilität haben, eine Schwelle für die Xylocainblockade anzugeben, kann man den Xylocainversuch Katonas kaum als Beweis für die Wirkung der ES auf die Blasenrezeptoren gelten lassen.

Welche Bedeutung haben nun die Afferenzen bei der Miktion? Sensorisch denervierte Blasen geben hier einen

Hinweis. Palmtag (1977) erwähnt die Fähigkeit von Patienten mit einer derartigen Blasenfunktionsstörung zur Miktioneinleitung und Unterbrechung. Das Blasengefühl kann in seiner Funktion teilweise durch die Gewöhnung an eine regelmäßige Entleerung ersetzt werden. Die Existenz eines Blasengefühls ist also keine Voraussetzung der Miktion. Katona (1975) ist jedoch der Meinung, daß eine motorische Funktion des Detrusors untrennbar mit einer sensorischen Antwort verknüpft sei. Dieser Frage könnte man durch cystometrische Kontrollen bei Patienten mit sensorisch denervierten Blasen nachgehen.

Im Verlaufe der ES nimmt die Rheobase mit steigender Anzahl von Stimulationen ab und immer geringer werdende Ströme reichen aus, um die gleiche Wirkung zu erzielen (Katona 1975). Dieser Befund ist insofern merkwürdig, da bei einer zunehmenden Wiederherstellung einer normalen Blasenfunktion der Einschleicheffekt von Exponentialströmen (Warzel 1978) verstärkt zum Tragen kommen und die Akkomodationsfähigkeit funktionell restaurierter Strukturen zunehmen müßte. Wohl im Bewußtsein dieses Effektes bei einer normalen Blasenfunktion verwendet Katona (1975) in seinem Versuch mit Xylocain, der an Personen mit einer normalen Blasenfunktion durchgeführt wurde, " kombinierte " Rechteck und Exponentialströme. Der einschleichende Effekt von Exponentialströmen spricht auch gegen ein von Janneck (1973) angenommenes retrogrades Einfließen des Stromes in periphere efferente Axone, deren Intaktsein wegen der nicht möglichen Regeneration von Nerven durch ES (Lullies, 1973) geradezu eine Voraussetzung für eine potentielle positive Wirkung der ES darstellt.

Betrachten wir abschließend noch die Stellung der intravesicalen ES in Bezug auf andere Methoden der Elektro-

therapie (myotop-, neurotope ES; Beckenbodenstimulation). Während die intravesicale ES, bedenkt man die hypothetischen physiologischen Grundlagen, geradezu für die Behandlung der neurogenen Blase bei Kindern mit Meningomyelocelen prädestiniert erscheint, so ergibt sich bei den übrigen Methoden der ES ein völlig anderes Bild. Dort schließen gerade die theoretischen Erwägungen die Anwendung bei Patienten mit einer MMC aus.

Nach Habib (1967) sollten neurotope Stimulationen nur bei kompletten und irreversiblen Läsionen durchgeführt werden. Die intravesicale Elektrotherapie basiert jedoch gerade auf der Annahme einer inkompletten und damit potentiell reversiblen Läsion. Bradley et al. (1967) wenden gegen die Anwendung der Rückenmarksstimulation bei MMC- Patienten ein, daß der Conus medullaris intakt sein müsse, was bei dieser Form der Blasenstörung nicht gewährleistet sei.

Das Therapieziel bei der intravesicalen ES unterscheidet sich prinzipiell von demjenigen der anderen Elektrotherapiemethoden. Versucht man durch die intravesicale ES eine völlige Restauration einer normalen Blasenentleerung zu erreichen, so beschränken sich die anderen Methoden entweder auf die Initiation einer artifiziellen Miktion, oder aber auf die Verbesserung der Kontinenzsituation. Um sowohl eine Miktion als auch eine Kontinenzverbesserung zu erzielen, implantierte Merrill (1974) bei zwei Kindern mit einer MMC einen Mentor- Blasenstimulator und einen Mentor- Beckenbodenstimulator. Damit gelang zwar bei beiden Kindern eine ausreichende Harnentleerung, jedoch zeigte sich keine Veränderung in der Kontinenzsituation. Merrill (1976) geht davon aus, daß eine Kontinenz durch Beckenbodenstimulation nur bei einer upper motor neuron lesion möglich ist und stimmt dabei mit Godec und Kralj (1976)

überein, die ebenfalls als Indikation für eine funktionelle Stimulation des Beckenbodens eine Läsionshöhe zwischen T_6 und T_{12} sowie ein intaktes Miktionszentrum fordern.

Godec und Cass (1978) berichten von 6 Kindern, die aus einem Kollektiv von 33 Kindern mit einer MMC nach strengen Kriterien ausgewählt wurden. Die funktionelle ES führte bei 5 Kindern zu einem positiven Ergebnis. Allerdings kehrte die Inkontinenz bei 3 Kindern etwa 18 Monate nach Behandlungsende wieder zurück.

Caldwell (1969) berichtet von 15 Kindern, davon 14 mit einer MMC. 64 % der Kinder hatten eine Kontinenzverbesserung zu verzeichnen. Größere Erfahrungen mit der funktionellen Beckenbodenstimulation liegen bei anderen Formen der Inkontinenz, welche nicht durch MMC bedingt sind, vor. Rakovec (1976) erzielte einen Erfolg bei 80 % von 32 Patienten mit Stress-Inkontinenz. Glenn (1974) fand bei 21 Patienten, die unter verschiedenen Formen der Inkontinenz litten, zu 86 % eine positive Entwicklung. In einem gynäkologischen Patientengut von 120 Frauen konnten von Doyle et al. (1974) in 41 % der Fälle eine Besserung erzielt werden. 35 % betrug die Erfolgsquote bei 40 Patienten mit unterschiedlicher Inkontinenzursache in Versuchen von Collins (1974).

Godec und Cass (1979) fanden bei 9 von 11 Patienten mit einem Rückenmarkstrauma eine Besserung.

Nach Caldwell (1969) sollte in der Behandlung von MMC durch diese Form der Kontinenzverbesserung jedoch die Möglichkeit einer Refluxentstehung in Betracht gezogen werden. Einen Beitrag zur Besserung der Inkontinenz könnte auch die von Merrill (1979) bei 4 von 20 Patienten beobachtete Erhöhung der Reflexschwelle des Detrusors durch die Beckenbodenstimulation bedeuten. Überlegungen zielen in Richtung einer Implantation von

Stimulatoren in den Beckenboden zur reflektorischen Herabsetzung der Detrusoraktivität und Verhinderung einer Detrusorinkontinenz.

Merrill (1976) schätzt, daß von den 100 Detrusor-Stimulationsimplantaten, welche in der Literatur zu finden sind, 55 % erfolgreich waren. Nur 20 % aller Implantationen wurden bei Patienten mit einer MMC durchgeführt. Dabei erfolgte in 75 % der Fälle eine Reduktion des Residualurins. Eine vollständige Kontinenz zeigte sich jedoch bei keinem der Patienten. Im Gegensatz zur Beckenbodenstimulation erweisen sich für die Detrusorstimulation Patienten mit einer lower motor neuron lesion als besonders geeignet.

Eine Langzeitstimulation erscheint möglich. Halverstadt und Parry (1975) beschreiben eine erfolgreiche Stimulation über 8 Jahre. Jones et al. (1976) berichten allerdings von einem Absinken der Reaktionsantwort auf den Stimulus und einer zunehmenden fibrösen Umwandlung des Gewebes in der Umgebung der Elektroden schon nach einer Stimulationsdauer von 10 Wochen im Tierexperiment. Jonas und Hohenfellner (1978) präsentieren einen Bericht über 11 Patienten, die 4 Jahre stimuliert wurden. Davon ergab sich eine erfolgreiche Behandlung in 8 Fällen.

Neben der eingeschränkten Indikation für die neurotope ES bei Patienten mit einer MMC, erweist sich nach Bors und Comarr (1971) diese Methode durch die technischen Probleme, die mit ihr verbunden sind, als weniger brauchbar als die myotope ES. Ein Überblick von Jonas (1978) über 197 Tierversuche zeigt, daß zwar stets Detrusorreaktionen akut feststellbar waren, jedoch Langzeitversuche zu einem überwiegenden Teil wegen der permanenten Nervenschädigung fehlschlugen.

Die klinische Anwendung dieser Methode ist daher eingeschränkt.

Insgesamt stellt sich die Anwendung der verschiedenen Stimulationsformen in der Therapie von Patienten mit einer MMC als eine Frage der Indikation dar. Geringe Läsionen dürften keinen invasiven Eingriff, wie er etwa zur neurotopen Stimulation notwendig wäre, rechtfertigen. Dagegen wird die Chance für einen Therapieerfolg bei der intravesicalen ES (Madersbacher, 1978) und der Beckenbodenstimulation (Godec und Kralj, 1976) durch das Vorhandensein einer geringfügigen Läsion eher gefördert. Die Möglichkeit einer selbständigen Entwicklung einer normalen Blasenfunktion ohne Therapie darf durch therapeutische Eingriffe nicht verbaut werden. Je vollständiger eine Läsion ist, desto eher scheinen Eingriffe, welche eine künstliche Miktion herbeiführen, gerechtfertigt. Hinzu kommt, daß auch bei der Detrusorstimulation die Erfolgsquote der Therapie mit dem Ausmaß der Läsion korreliert (Merrill, 1976). Dennoch stehen diese Methoden in Konkurrenz zu anderen Formen der Blasenrehabilitation, die ebenfalls zur Blasenentleerung führen, wie z.B. Re- training, Medikamente, intermittierender Selbstkatheterismus und operatives Vorgehen (Resektion oder Inzision des Blasenhalses).

Die geringe Anzahl erfolgreicher Langzeitstimulationen mit Implantaten unterstreicht die Bedeutung konservativer Maßnahmen in der Behandlung neurogener Blasendysfunktionen.

ZUSAMMENFASSUNG

Sechs Kinder wurden mit der intravesicalen Elektrophysiotherapie nach Katona behandelt. Dies führte in keinem Fall zu einer Normalisierung der Detrusorreaktion und zwar weder in Bezug auf die Amplitude der Kontraktionen noch auf ihre Frequenz und Dauer. Hingegen besteht die Gefahr einer Verminderung der Blasenkapazität. Drei Kinder (50 %) weisen eine deutliche Tonisierung des Detrusors auf. Die Entwicklung eines Blasengefühls kann bei keinem Kind als gesichert gelten. Unterschiede in der cystometrisch objektivierten und anamnestischen Beurteilung des Blasengefühls traten auf.

Veränderungen der Situation am Blasenaustritt, welche nach unserer Auffassung nicht unbedingt auf die Wirkung der Reizströme zurückzuführen sein müssen, wurden festgestellt. Wir sahen entweder eine vermehrte Retention mit Pseudokontinenz durch eine Detrusor- Sphinkter-Dyssynergie (2 Kinder bzw. 34 %) oder eine Entleerungsverbesserung mit einer Verminderung des Restharnvolumens (ein Kind bzw. 17 %). Drei Kinder (50 %) besaßen keine eindeutige Modifikation der Situation am Blasenaustritt.

Unsere nach klinischen Kriterien bewertete Erfolgsquote liegt bei 0 %. Kein Kind konnte eine dauerhafte Senkung des Restharnvolumens auf Null aufweisen.

Nach unseren Erkenntnissen steht die Bedeutung der Detrusorreaktion für eine ausreichende Entleerung hinter derjenigen der Blasenaustrittssituation zurück. Eine Behandlung muß daher hauptsächlich an diesem Punkt ansetzen. Offenbar ist die intravesicale Reizstromtherapie

nicht in der Lage, eine dauerhafte Besserung der Detrusor-Sphinkter- Dyssynergie zu erbringen. Ganz im Gegenteil - es besteht die Gefahr, daß diese verstärkt auftritt.

Weitere Forschungen auf dem Gebiet der Rezeptorphysiologie erscheinen notwendig, um den Beweis zu führen, ob Reizströme tatsächlich in der Lage sind, die Depolarisationsumstände an den Rezeptoren über die Dauer ihrer Einwirkung hinaus, zu verändern.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Aidley, D.J.: The physiologie of cells. Cambridge-University- Press, London/New York/Melbourne (1978)
2. Alexander, R.S.: Mechanical properties of uriary bladder. American Journal of Physiology, 220: 1413 (1971)
3. Alken, C.E., Sökeland, J.: Urologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1979)
4. Allert, M.C., Jellasic, F.: Diagnostik neurogener Blasenstörungen durch Elektromyographie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Thieme Copythek (1974)
5. Andersen, J.T., Bradley, W.E.: Cystometrie: De-trusor reflex activation, classification and terminology. J. Urol., 118: 623 (1977)
6. Barnes, R.W.: Treatment of the neurogenic bladder with slow sinusoidal current. Urol. Cut. Rev., 34: 541 (1930)
7. Berger, D., Berger, K., Genton, H.: Endovesical transurethral electrostimulation in the rehabilitation of neurogenic bladder in children. Eur. Urol., 4: 35 (1978)
8. Flaivas, J.G., Labib, K.L., Bauer, B.S., Retik, A.B.: Changing concepts in the urodynamic ecaluation of children. J. Urol., 117: 778 (1977a)
9. Flaivas, J.G., Labib, K.L., Bauer, B.S., Retik, A.F.: A new approach to elektromyography of the external urethral sphincter. J. Urol., 117: 773 (1977b)
10. Bors, E., Comarr, A.E., Reingold, I.M.: Striatet fibers of the vesical neck. J. Urol., 72: 191 (1954)
11. Bors, E., Comarr, A.E.: Neurological Urology, S. Karger, Basel/München/Paris/New York (1971)
12. Bors, E.: Effect of electric stimulation of pudendal nerves on the vesical neck, its significance for the function of cord bladders. A preliminary report. J. Urol., 67: 925 (1952)

13. Bradley, W.E., Chou, S.N., Markland, C. :
Classifying neurologic dysfunction of the urinary
bladder. In Boyarsky, S.: The neurogenic Bladder.
Verlag Williams & Wilkins Baltimore (1967)
14. Bradley, W.E., Rockswold, G.L., Timm, G.W., Scott,
F.B.: Neurology of micturition. J. Urol., 115:
481 (1976)
15. Bradley, W.E., Teague, C.T.: Inervation of the de-
trusor muscle by the ganglia of the pelvic plexus.
Invest. Urol., 6: 251 (1968)
16. Bradley, W.E., Timm, G.W., Chou, S.N.: A decade
of experience with electronic stimulation of the
micturition reflex. Urol. int., 26: 283 (1971)
17. Bradley, W.E., Timm, G.W., Rockswold, G.L., Scott,
F.B.: Detrusor and urethral electromyography.
J. Urol., 114: 891 (1975)
18. Bradley, W.E.: Ontogeny of central regulation of
visceral reflex activity in the rabbit. Amer. J.
Physiol., 212: 335 (1967)
19. Bradley, W.E.: Spinal cord representation of the
peripheral neural pathways of the micturition re-
flex. J. Urol., 101: 220 (1969)
20. Bülbiring, F.: Smooth muscle. Verlag Edward Arnold
Ltd, London (1970)
21. Caldwell, K.P.S., Martin, M.R., Flack, F.C.,
James, E.D.: An alternative method of dealing with
incontinence in children with neurogenic bladders.
Arch. Dis. Childh., 44: 625 (1969)
22. Chesher, B.G.: Acetylcholin in extracts and per-
fusates of urinary bladder. Journal of Pharmacy
and Pharmacology, 19: 445 (1967)
23. Collins, C.P.: Intermittet electrical stimulation.
Urol. int., 29: 221 (1974)
24. Cooper, D.G.W.: Bladder studies in children with
neurogenic incontinence. With comments on the place
of the pelvic floor stimulation. Brit. J. Urol., 40:
157 (1968)

25. Davis, J.E., Morillo, M., Draper, J.W.: Measurements of urethral resistance. *J. Urol.*, 85: 586 (1961)
26. Dees, J.E.: Contraction of urinary bladder produced by electric stimulation. *Invest. Urol.*, 2: 539 (1965)
27. Dénes, J., Léb, J.: Electrostimulation of the neurogenic bladder. *Journal of Pediatric Surgery*, 10 (2): 245 (1975)
28. Dewey, M.M., Barr, L.: Intercellular connections between smooth muscle cells: the nexus. *Science*, 137: 670 (1962)
29. Diokno, C., Koff, S.A., Andersen, W.: Combined cystometry and perineal electromyography in the diagnosis and treatment of neurogenic urinary incontinence. *J. Urol.*, 115: 161 (1976)
30. Dittman, E.C.H., Zipf, H.F.: Lokalanästhesie und Lokalanästhetica. Killian (Hrsg.), Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1973)
31. Dixon, J.J., Gosling, J.A.: The distribution of noradrenergic nerves and small intensely fluorescent cells in the cat urinary bladder. A light and electron microscope study. *Cell and Tissue research*, 150: 147 (1974)
32. Doyle, P.D., Edwards, C.E. Harrison, N.W., Malvern, J., Stanton, S.L.: Treatment of urinary incontinence by external stimulation devices. *Urol. int.*, 29: 450 (1974)
33. Edvardsen, P. : Nervous control of urinary bladder in cats. I. The collecting phase. *Acta. physiol. scand.*, 72: 157 (1968a)
34. Edvardsen, P. : Nervous control of urinary bladder in cats. II. The expulsion phase. *Acta. physiol. scand.*, 72: 172 (1968b)

35. Eidelberg, E., Bors, E., Woodbury, C.M., Brigham, A.: Effect of stimulation of dorsal and ventral spinal cord roots in the cats urinary bladder. *Urol. int.*, 29: 375 (1974)
36. El- Badawi, A., Schenk, E.A.: A new theory of the innervation of bladder musculature. Part I. Morphology of the intrinsic vesical innervation apparatus. *J. Urol.*, 99: 585 (1968)
37. El- Badawi, A., Schenk, E.A.: A new theory of the innervation of bladder musculature. Part III. Postganglionic synapses in uretero- vesico- urethral autonomic pathways. *J. Urol.*, 105: 372 (1971)
38. Fletcher, T.F., Hammer, R.F., Bradley, W.E.: Nerve endings in the urinary bladder of the cat. *Journal of Comparative Neurology*, 136: 1 (1969)
39. Ganong, W.F.: *Medizinische Physiologie*. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York (1970)
40. Gjone, R.: Peripheral autonomic influence on the motility of the urinary bladder of the cat. I. Rhythmic contractions. *Acta physiol. scand.*, 65: 370 (1965)
41. Gjone, R.: Peripheral autonomic influence on the motility of the urinary bladder of the cat. III. Micturition. *Acta physiol. scand.*, 66: 81 (1966)
42. Glenn, E.S: Intraurethral pressure profile and stimulation results in urinary incontinence. *Urol. int.*, 29: 207 (1974)
43. Godec, C.J., Ayala, G., Cass, A.: Electrical stimulation causes reflex voiding. *J. Urol.*, 117: 770 (1977)
44. Godec, C.J., Cass, A.: Electrical stimulation for incontinence in meningomyelocele. *J. Urol.*, 120: 729 (1978)
45. Godec, C.J., Cass, A.: Electrical stimulation for voiding dysfunction after spinal cord injury. *J. Urol.*, 121: 73 (1979)

46. Godec, C.J., Kralj, B.: Selection of patients with urinary incontinence for application of functional electrical stimulation. *Urol. int.*, 31: 124 (1976)
47. Gool van, J.D.: Measurements of intravesical and rectal pressures simultaneously with electromyography of anal sphincter in children with meningomyelocele. *Develop. Med. Child Neurol.*, 18, 287 (1976)
48. Goto, K., Westfall, D.P., Fleming W.W.: Denervation-induced changes in electrophysiologic parameters of the smooth muscle of the guinea-pig and rat vas deferens. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 204: 325 (1978)
49. Graber, P., Rutishauser, G.: Vorversuche im Hinblick auf eine klinisch anwendbare elektrische Flasenentleerung. *Urol. int.*, 19: 410 (1965)
50. Grice, H.C., Makow, D.M.: Bladder evacuation by electrical stimulation of the rectum. *J. Urol.*, 94: 564 (1965)
51. Grimes, J.H., Nashold, F.S., Currie D.P.: Chronic stimulation of paraplegic bladder. *J. Urol.*, 109: 242 (1973)
52. Grimes, J.H., Nashold, F.S., Andersen, E.E.: Clinical application of electronic bladder stimulation in paraplegics. *J. Urol.*, 113: 338 (1975)
53. Groat De, W.C., Lalley, P.M.: Reflex firing in the lumbar sympathetic outflow to activation of vesical afferent fibers. *J. Physiol.*, 226: 289 (1972)
54. Groat De, W.C., Theobald, R.J.: Reflex activation of **sympathetic pathways** to vesical smooth muscle and parasympathic ganglia by electrical stimulation of vesical pathways. *J. Physiol.*, 259: 223 (1976)
55. Grundfest, H.: The general electrophysiology of input membrane in electrogenic excitable cells. In: *Handbook of sensory Physiology Vol.I*, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York (1971)

56. Habib, H.M.: Experience and recent contributions in sacral nerve stimulation for voiding in both human and animal. In Boyarsky, S.: The neurogenic bladder. Verlag Williams & Wilkins Baltimore (1967)
57. Halverstadt, D.B., Parry, W.L.: Electronic stimulation of the human bladder: 9 years later. J. Urol., 113: 341 (1975)
58. Halverstadt, D.B.: Electrical stimulation of the human bladder: 3 years later. J. Urol., 106: 673 (1971)
59. Hamberger, B., Norberg, K.A.: Adrenergic synaptic terminals and nerve cells in bladder ganglia of the cat. Int. J. Neuropharmacol., 4: 41 (1965)
60. Holmquist, B.: Electromicturition by pelvic nerve stimulation in dogs. Scand. J. Urol. suppl., 2: 1 (1968)
61. Holschneider, A.M., Pöschl, U., Lang, R.: Cystometrische Untersuchungen bei Kindern mit neurogenen Blasenentleerungsstörungen. Monatsschr. Kinderheilkunde, 127: 392 (1979)
62. International Continence Society: Bates, P., Bradley, W.E., Glen, E., Melchior, H., Rowan, D., Sterling, A., Wald, T.:
 - 1) Funktion der unteren Harnwege. Urologe A, 15: 93 (1976)
 - 2) First report of standartisation of terminology of lower urinary tract function. Brit. J. Urol., 48: 39 (1976)
 - 3) Second report of standartisation of terminology of lower urinary tract function. Brit. J. Urol., 49: 207 (1977)
63. Iggo, A.: Tension receptors in the stomach and urinary bladder. J. Physiol., 128: 593 (1955)
64. Ingersoll, W.H., Jones, L.L., Hegre, E.S.: Urinary bladder response to unilateral stimulation of hypogastric nerves. J. Urol., 72: 178 (1954)

65. Ingersoll, E.H., Jones, L.L., Hegre, E.S.:
Effect on urinary bladder of unilateral
stimulation of pelvic nerves in dogs. *Amer. J.*
Physiol., 189: 167 (1957)
66. Janez, J., Pelvenik, S., Suhel, P.: Urethral
and bladder responses to anal electrical stimulation.
J. Urol., 122: 192 (1979)
67. Janneck, C.: Die elektrische Blasenstimulation-
ein Versuch zur Rehabilitation der neurogenen
Lähmungsblase. *Z. Kinderchirurgie*, 13: 117
(1973a)
68. Janneck, C.: Elektrische Blasenstimulation und
Resektion der Mn. pudendi. *Z. Kinderchirurgie*,
14 (4): 435 (1973b)
70. Janneck, C.: Electric stimulation of the bladder
and the anal sphinkter- a new way to treat the
neurogenic bladder. *Progr. Paediatr. Surg.*, 9:
119 (1975)
71. Jonas, U., hohenfellner, R.: Late results of
bladder stimulation in 11 patients: follwup
to 4 years. *J. Urol.*, 120: 565 (1978)
72. Jonas, U.: Elektrostimulation neurogen gestörter
Harnblasen. Georg Thieme Verlag Stuttgart, Thieme
Copythek (1978)
73. Jones, C.W., Jonas, U., Tanagho, E.A., Heine, J.P.:
Urodynamic evaluations of a chronically im-
plantet bladder peacemaker. *Invest. Urol.*, 13(5):
375 (1976)
74. Katona, F., Berenyi, M.: Intravesical transurethral
electrotherapy in meningomyelocele patients.
Acta Paediatrica Academiae Scientiarum Hungaricae,
16: 363 (1975)
75. Katona, F., Ekstein, H.: Treatment of neuropathic
bladder by transurethral electrical stimulation.
The Lancet, 27: 780 (1974)

76. Katona, F., Paraicz, E.: Pre- and postoperative problems in myelodysplasia. *Progress in Paediatric Surgery*, 8: 119 (1975)
77. Katona, F., Pasztor, S., Tomka, I.: Untersuchungen über die kortikale Afferentation der Harnblasen-tätigkeit. *Acta physiol. Acad. Sci. hung. suppl.*, 18: 24 (1961)
78. Katona, F.: Electrical stimulation in the diagnosis and therapy of the bladder paralysis. *Orv. Hetil.*, 99: 277 (1958)
79. Katona, F.: Induced rhythms and dysrhythms of smooth muscle motility. *Neurobiology of invertebrates*, Tihany 1971, 319 (1973)
80. Katona, F.: Intravesikale Elektrotherapie bei Myelodysplasie-bedingter Lähmungsblase. *Z. Kinderchirurgie*, 13 (1): 114 (1973)
81. Katona, F.: Stages of vegetative afferentation of bladder control during intravesical electrotherapy. *Urol. int.*, 30: 192 (1975)
82. Kleyntjens, F., Langworthy, O.R.: Sensory nerve endings on smooth muscle of urinary bladder. *J. comp. Neurol.*, 67: 367 (1937)
83. Klimis, S.: Essai d'electrostimulation vesicale par voie transurétrale selon Katona dans six cas de vessie neuropathique d'origine myélodysplasique. *Acta Urologica Belgica*, 47: 146 (1979)
84. Kuffer, F.: Manometrische Aspekte der Blasenstörung bei Spina bifida, *Urologe A* 12: 77 (1973)
85. Kulkin, S.G.: Über die Dogielschen Zellen (II Typ) in den intramuralen Nervengeflechten der Harnblase des Menschen. *Anat. Anz.*, 110: 127 (1961)
86. Kuntz, A., Moseley, R.C.: Experimental analysis of pelvic autonomic ganglia in cat. *J. comp. Neurol.*, 64: 63 (1936)
87. Kuntz, A.: Physiology of urinary bladder and urethra, normal and pathologic. Alken, C.E., Dix, V.W. (Hrsg) Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York (1965)

88. Kuschinsky, G.: Pharmakologie. Georg Thieme Verlag Stuttgart (1974)
89. Leek, B.F.: Abdominal vesical receptors. In: Enteroceptors, Neil, E. (Hrsg), Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York (1972)
90. Lullies, H.: Erregung und Erregungsleitung: Nervenphysiologie. In: Physiologie, Keidel, W.D. (Hrsg.), Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York (1973)
91. Machin, K.E.: Electric receptors in biological receptor mechanism. At the university press. Cambridge (1972)
92. Madersbacher, H.: Der Effekt der transurethralen Elektrostimulation auf die gelähmte inkontinente Blase. Objektivierbare Ergebnisse. Urologe A 17: 355 (1978)
93. Markland, C., Bradley, W.E., Chou, S., Merrill, D., Westgate, H.: Sacral nerve stimulation. Brit. J. Urol., 43: 453 (1971)
94. Mayo, M.E.: Detrusor hyperreflexia: the effect of posture and pelvic floor activity. J. Urol., 119: 635 (1978)
95. McCarroll, H.R.: Spina bifida urinary incontinence. Gynec. and Obstet., 64: 721 (1937)
96. Merrill, D.C., Bradley, W.E., Markland, C.: Air cystometrie. I. Technique and definition of terms. J. Urol., 106: 678 (1971a)
97. Merrill, D.C.: The air cystometer: A new instrument for evaluating bladder function. J. Urol., 106: 865 (1971b)
98. Merrill, D.C.: Clinical experience with the mentor bladder stimulator. II. Meningomyelocele patients. J. Urol., 112: 823 (1974)

99. Merrill, D.C.: The treatment of urinary incontinence by electrical pelvic floor stimulation. In: Meningomyelocele, Robert L. McLaurin (Hrsg.), Verlag Grune & Stratton, New York/San Francisco/London (1976)
100. Merrill, D.C.: The treatment of detrusor incontinence by electrical stimulation. J. Urol., 122: 515 (1979)
101. Meyling, H.A.: Structure and significance of the peripheral extention of the autonomic nervous system. J. comp. Neurol., 99: 495 (1953)
102. Monnier, M.: Physiologie und Pathophysiologie des vegetativen Nervensystems. Band 1, p. 130, Hippokrates Verlag Stuttgart (1963)
103. Muellner, R.: The physiology of micturition. J. Urol., 65, 805 (1951)
104. Murphey, F.: Clinical neurosurgery. Verlag Williams & Wilkins Company Baltimore (1973)
105. Nash, D.F.E.: Congenital spinal palsy- the management. Ann. roy. Coll. Surg. Engl., 20: 349 (1957)
106. Hesbit, R.M., Lapidus, J., Valk, W.W.: The effects of the blockade of the autonomic ganglia on the urinary bladder in man. J. Urol., 57: 242 (1974)
107. Nicholas, J.L., Eckstein, H.B.: Endovesical electrotherapy in treatment of urinary incontinence in spina bifida patients. The Lancet, 27: 1276 (1975)
108. Palmtag, H.: Praktische Urodynamik. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York (1977)
109. Plum, F., Colfeld, R.H.: Genesis of vesical rhythmicity. A.M.A. Arch. Neurol., 2: 487 (1960)
110. Pompino, H.J., Westenfelder, M., Fendel, H.: Neurogene Flasenstörungen bei Kindern mit Spina bifida cystica. Urologe A 10: 213 (1971)

111. Prosser, C.L. Electrical and mechanical properties of visceral smooth muscles. In: Neurogenic Bladder, Boyarsky, S. (Hrsg.), Verlag Williams & Wilkins Baltimore (1967)
112. Prosser, C.L.: Electrical and mechanical properties of visceral smooth muscles. In: Neurological Urology, Bors, E., Comarr, A. (Hrsg.), Verlag Karger, Basel/München/Paris/New York (1971)
113. Raezer, D.M., Wein, A.J., Jacobowitz, D., Corriere, J.N.: Autonomic innervation of canine urinary bladder: cholinergic and adrenergic contributions and interaction of sympathetic and parasympathic systems in bladder function. *Urology*, 2: 211 (1973)
114. Rakovec, S.: Reflex electrical stimulation for urinary incontinence. *Urol. int.*, 31: 111 (1976)
115. Reuter, J., Kaiser, G.: Betrachtungen zum anorektalen Druckprofil. *Helv. paediat. Acta*, 31: 141 (1976)
116. Rossier, A.: Int. Symposion: Elektrostimulation der gelähmten Blase. Frankfurt (1976)
117. Roussau, M., Abramson, A., Oronzio, G.D.: Changes mediatet by the somatic and autonomic nervous systems in response to bladder filling. In: Neurogenic bladder, Boyarsky, S. (Hrsg.), Verlag Williams & Wilkins Baltimore (1967)
118. Sagougki, N., Razvi, M., Ablin, R.J., Bush, I. M.: The effect of digitalis on the bladder in man. *J. Urol.*, 113: 178 (1975)
119. Schulman, C.C., Duarte- Escalante, O., Boyarsky, S.: The urethrovesical innervation: a new concept based on a histochemical study. *Brit. J. Urol.*, 44: 698 (1972)
120. Schwock, G., Festge, O.A., Rosenbaum, K.D.: Endovesikale Elektrostimulation der neurogenen Blasenentleerungsstörungen bei Myelodysplasien. *Zbl. Chir.*, 101: 171 (1976)

121. Scultety, S., Abrandi, E.: Wirkung der Muskel-relaxantien auf die Blasenfunktion. J. Urol., 53: 103 (1960)
122. Seiferth, J., Albrecht, K., Larkamp, H.: Vorläufiger Bericht über die intravesicale Elektrostimulation bei Kindern mit neurogener Blase. Vortrag, 17. Kongress der Intern. Ges. f. Urol. (SIU), Johannesburg (1976)
123. Seiferth, J., Heising, J., Larkamp, H.: Experience and critical comments on the temporary intravesical electrostimulation of the neurogenic bladder in spina bifida children. Urol. int., 33: 279 (1978a)
124. Seiferth, J., Larkamp, H., Heising, J.: Erfahrungen mit der temporären Elektrostimulation bei neurogenen Blasenentleerungsstörungen von Spina- bifida-Kindern. Urologe A: 17: 353 (1978b)
125. Shishito, S., Mao, R.H., Saito, T., Okuno, T.: Praesacral neurotomy for bladder tuberculosis. Acta Neurovegetative, 21: 300 (1960)
126. Sigel, A.: Entleerungsstörungen der unteren Harnwege. In: Klinische Urologie, Alken, C.E., Staehler, W. (Hrsg.), Georg Thieme Verlag Stuttgart (1973)
127. Somjen, G.G.: Tissue excitability and excitation. In: The neurogenic bladder. Boyarsky, S. (Hrsg.), Verlag Williams & Wilkins Baltimore (1967)
128. Stark, G.: The pathophysiology of the bladder in meningocele and its correlation with the neurological picture. Develop. Med. Child Neurol. Supp. 16: 76 (1968)
129. Stark, G.: Correlative studies of bladder function in meningocele. Develop. Med. Child Neurol. 15. Supp. 29: 55 (1973)

130. Staubitz, W.J.: Management of the neurogenic bladder in paraplegic dogs by the stimulation of the pelvic nerves. Invest. Urol., 4: 20 (1966)
131. Stockamp, K., Schreiter, F.: Beeinflussung von Harninkontinenz und neurogenen Blasenstörungen über das sympathische Nervensystem. Aus: Aktuelle Urologie, 4: 75 (1973) Georg Thieme Verlag Stuttgart
132. Stockamp, K.: Alpha- Rezeptorenblocker und Harnblasendysfunktion. Schattauer Verlag, Stuttgart/New York (1976)
133. Sundin, T., Petersén, I.: Cystometry and simultaneous electromyography from the striated urethral and anal sphincters and from levator ani. Invest. Urol., 13 (1): 40 (1975)
134. Sundin, T., Dahlström, A., Norlén, L.: The sympathetic innervation and adrenoceptor function of the human lower urinary tract in normal state and after parasympathic denervation. Invest. Urol., 14 (4): 322 (1977)
135. Talaat, M.: Afferent impulses in the nerves supplying the urinary bladder. J. Physiol., 89: 1 (1937)
136. Tang, P.C., Ruch, T.C.: Non- neurogenic basis of bladder tonus. American Journal of Physiology, 181: 249 (1955)
137. Teague, C.T., Merrill, D.C.: Electric pelvic floor stimulation. Invest. Urol., 15: 65 (1977)
138. Todd, J.K.: Afferent impulses in the pudendal nerves of the cat. J. exp. Physiol., 49: 258 (1964)
139. Torbey, K., Leadbetter, W.F.: Innervation of the bladder and the lower ureter: studies on pelvic nerve section and stimulation in the dog. J. Urol., 4: 195 (1963)

- 140. Voris, H.C., Landes, H.E.: Cystometric studies in cases of neurologic diseases. Arch. Neurol. Psychiat., 44: 118 (1940)
- 141. Warzel, H.: Elektrostimulation gestörter vegetativer Systeme. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena (1978)
- 142. Wellhörner, H.H.: Pharmakologie und Toxikologie. Verlag Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1976)

Herrn Prof. Dr. A. M. Holschneider danke ich herzlich
für die stets hilfsbereite Unterstützung bei der
Durchführung dieser Dissertation.

Mein Dank gilt außerdem Frau Dr. U. Pöschl für die
Hilfe bei der praktischen Ausführung meiner Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 31.03.51 wurde ich als Sohn des Oberlehrers Julius Fischer und seiner Frau Käthe, geb. Stobbe, in Herrenberg geboren.

Nach dem Abitur 1970 am Schickhardt-Gymnasium in Herrenberg, studierte ich von 1971 bis 1974 Physik und Mathematik an der Ludwig Maximilians-Universität in München. Es schließt sich von 1974 bis 1976 ein ziviler Ersatzdienst an. 1976 begann ich mit dem Studium der Humanmedizin an der Ludwig Maximilians-Universität in München, welches ich im Mai 1982 mit dem Staatsexamen beendete.

